

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова

**ЗБІРНИК ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ  
ІЗ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ**

**У 6 частинах**

**Частина 1. Механіка**

Навчальний посібник

За редакцією О. О. Мочалова, В. М. Шенкевича

*Рекомендовано Методичною радою НУК*



ВИДАВНИЦТВО  
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ  
ІМ. АДМІРАЛА МАКАРОВА

2020

УДК 531:539.3(075.8)

3-41

*Автори:*

О. О. Мочалов, д-р техн. наук, професор;  
В. М. Шенкевич, старш. викладач;  
Н. О. Шаповал, канд. техн. наук, доцент;  
М. В. Ушкац, д-р фіз.-мат. наук, професор;  
С. С. Коваль, канд. фіз.-мат. наук, доцент;  
Ж. Ю. Буруніна, канд. техн. наук, доцент;  
К. Д. Євфимко, старш. викладач;  
Т. О. Ткаченко, зав. лаб. кафедри фізики;  
О. П. Бойко, зав. лаб. кафедри фізики;  
І. І. Свінцова, зав. лаб. ННІЗДО

*Рецензент* О. О. Гайша, канд. техн. наук, доцент

*Рекомендовано Методичною радою НУК  
як навчальний посібник*

**Збірник** тестових завдань із загальної фізики : навчальний посіб-  
3-41 ник : у 6 ч. Ч. 1. Механіка / за ред. О. О. Мочалова, В. М. Шенкевича. –  
Миколаїв : НУК, 2020. – 124 с.

Метою тестових завдань є надання допомоги студентам у засвоєнні  
теоретичних основ механіки та в підготовці до поточного і підсумкового  
контролю знань.

Призначено для студентів, які вивчають курс фізики.

УДК 531:539.3(075.8)

© Колектив авторів, 2020

© Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова, 2020

## ВСТУП

Останніми роками вища освіта в нашій країні стала практично загальною. Мабуть, цей процес відображає дійсні потреби сучасного суспільства в розумінні роботи складної техніки і громадських явищ. Без таких знань неможлива успішна діяльність сучасного фахівця. Іншим чинником, що діє в тому ж напрямі, є інтеграція країн, і України в тому числі, у світову спільноту. Місце, яке займає в ній країна, не в останню чергу визначається рівнем освіти її населення. Ці тенденції пов'язані зі значною перебудовою системи освіти, зокрема, з необхідністю контролю за якістю підготовки фахівців, зростанням ролі самопідготовки і дистанційного навчання, важливим елементом яких є тестування.

Тестування – це ефективний інструмент навчання та контролю якості знань студентів і якості роботи викладачів. Останнім часом цей засіб отримав суттєвий розвиток, обумовлений, значною мірою, вдосконаленням комп'ютерної техніки та інформаційних технологій. На практиці були випробувані різні методи, сформувалися певні стандарти, результати цієї роботи враховані в пропонованих тестових матеріалах з курсу загальної фізики.

У даному збірнику використані завдання трьох типів. Найбільша кількість завдань спрямована на перевірку знання

фізичних законів і явищ. Ще одну групу складають прості завдання, в яких перевіряється знання значень фізичних констант, основних законів, уміння застосовувати ці закони і робити елементарні обчислення. Для виконання завдань третього типу необхідно знати способи практичного застосування фізичних явищ. Завдання підбиралися так, щоб кожне з них можна було вирішити за півхвилини-хвилину подумки, або, в крайньому випадку, роблячи записи на папері без використання калькуляторів.

До деяких завдань даються розгорнуті пояснення, з яких виходить, чому має бути вибрана та або інша відповідь. У поясненнях приділяється увага виробленню певного типу мислення, спрямованого не на запам'ятовування матеріалу, а на розуміння зв'язків між явищами, використання аналізу розмірності, симетрії та володіння іншими прийомами.

Тестування є своєрідною формою навчання. Перед студентом ставляться питання, на які він повинен постаратися відповісти самостійно, проводячи логічні висновки, основані на наявних у нього знаннях. Пояснення до завдань є лише загальним керівництвом у самостійному отриманні інформації. Неправильні варіанти відповідей по можливості будуються так, щоб змусити того, хто навчається, замислитися над тонкими особливостями даного явища і таким чином добитися його глибшого розуміння.

Тестові завдання і пояснення до них складені на основі досвіду викладання з урахуванням найбільш типових помилок студентів.

Посібник підготували співробітники кафедри фізики:

О. П. Бойко – розділи 1, 2.4, 2.5;

Ж. Ю. Буруніна – розділ 2.1;

К. Д. Євфимко – розділи 1, 2.6;

С. С. Коваль – розділи 2.2, 2.7;  
Т. О. Ткаченко – розділи 1, 2.4, 2.5;  
М. В. Ушкац – розділи 2.2, 2.6;  
Н. О. Шаповал – розділи 2.3, 2.7;  
В. М. Шенкевич – редагування, підбір матеріалу;  
І. І. Свінцова – редагування;  
О. О. Мочалов – загальна редакція.

---

## 1 ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ

### 1. *Фізична величина – це:*

*a.* число, яке можна зіставити деякій властивості фізичного об'єкта або процесу;

*b.* значення цієї властивості об'єкта або процесу, яка вважається рівною одиниці;

*c.* об'єкт, з властивостями якого порівнюються властивості об'єкта вимірювання;

*d.* властивість фізичного об'єкта або процесу, яку можна виміряти.

### 2. *Розмірність фізичної величини – це:*

*a.* число, яке можна зіставити деякій властивості фізичного об'єкта або процесу;

*b.* значення цієї властивості об'єкта або процесу, яка вважається рівною одиниці;

*c.* комбінація основних фізичних величин у рівнянні для визначення цієї величини;

*d.* властивість фізичного об'єкта або процесу, яку можна виміряти.

### 3. *Одиниця вимірювання – це:*

*a.* комбінація основних фізичних величин у рівнянні для визначення цієї величини;

*b.* число, яке можна зіставити деякій властивості фізичного об'єкта або процесу;

7

**9. При округленні чисел під час обчислень зберігається:**

*a. розряд, на одиницю менший старшого розряду похибки вимірювань;*

*b. розряд, на одиницю більший старшого розряду похибки вимірювань;*

*c. розряд, рівний старшому розряду похибки вимірювань;*

*d. якомога більше розрядів чисел.*

**10. За способом визначення шуканої величини розрізняють вимірювання:**

*a. грубі і точні;*

*b. прямі і непрямі;*

*c. аналогові і цифрові;*

*d. абсолютні і відносні.*

**11. За способом індикації розрізняють прилади/вимірювання:**

*a. грубі і точні;*

*b. контактні і дистанційні;*

*c. аналогові і цифрові;*

*d. електронні і механічні.*

**12. Прямим називається вимірювання:**

*a. зроблене без використання приладів;*

*b. зроблене при безпосередньому контакті вимірюваного об'єкта і вимірювального приладу;*

*c. при якому робиться порівняння об'єкта з еталоном;*

*d. при якому значення шуканої величини знаходиться безпосередньо з дослідних даних.*

**13. Непрямим називається вимірювання:**

*a. при проведенні якого відсутній безпосередній контакт вимірюваного об'єкта і вимірювального приладу;*

*b. зроблене при безпосередньому контакті вимірюваного об'єкта і вимірювального приладу;*

*c. зроблене за допомогою приладів;*

*d. при якому значення шуканої величини знаходять на підставі відомої залежності між цією величиною і величинами, вимірюваними безпосередньо.*

**14.** *За своїм характером похибки вимірювань бувають* (вказати всі правильні відповіді):

- a.* систематичні;      *b.* абсолютні;      *c.* відносні;  
*d.* випадкові;      *e.* обчислювальні.

**15.** *Систематична похибка:*

- a.* обумовлена впливом випадкових чинників на результати вимірювань;  
*b.* залишається постійною при повторних вимірюваннях однієї і тієї ж величини;  
*c.* обумовлена помилками спостерігача при проведенні вимірювань;  
*d.* змінюється при повторних вимірюваннях однієї і тієї ж величини.

**16.** *Систематичну похибку можна зменшити* (вказати всі правильні відповіді):

- a.* внесенням поправки;  
*b.* використанням точніших приладів;  
*c.* за допомогою математичної обробки результатів вимірювань;  
*d.* використанням досконаліших методів вимірювань;  
*e.* проводячи повторні вимірювання.

**17.** *Випадкова похибка:*

- a.* обумовлена впливом випадкових чинників на результати вимірювань;  
*b.* залишається постійною при повторних вимірюваннях однієї і тієї ж величини;  
*c.* обумовлена помилками спостерігача при проведенні вимірювань;  
*d.* не може бути встановлена.

**18.** *Випадкову похибку можна виявити:*

- a.* при використанні точніших приладів;



*b.* показує процентну частку від максимального значення шкали приладу, яку треба узяти для того, щоб отримати значення систематичної похибки;

*c.* це відношення переміщення покажчика приладу до значення вимірюваної величини, що викликала це переміщення;

*d.* це відношення межі вимірювань до числа поділок шкали приладу.

**24.** Відносна й абсолютна похибки пов'язані співвідношенням:

$$a. \varepsilon_x = \frac{\Delta x}{\bar{x}} \cdot 100\%;$$

$$b. \bar{x} = N\varepsilon;$$

$$c. \bar{x} = \frac{\varepsilon}{N} \sum_{i=1}^N x_i;$$

$$d. \Delta \bar{x} = \varepsilon \alpha.$$

**25.** Абсолютна похибка непрямих вимірювань знаходиться за формулою:

$$a. \Delta f = \varepsilon_x \cdot \frac{\Delta x}{\bar{x}} \cdot 100\%;$$

$$b. \Delta f = \varepsilon_f \cdot \bar{x};$$

$$c. \Delta f = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 \Delta x + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 \Delta y + \dots};$$

$$d. \Delta f = \varepsilon_x \cdot \bar{x}.$$

**26.** Ціна поділки вимірювального приладу визначається:

*a.* відношенням переміщення покажчика приладу до значення вимірюваної величини, що викликала це переміщення;

*b.* відношенням межі вимірювань до числа поділок шкали приладу;

*c.* як добуток коефіцієнта Стюдента на число поділок шкали приладу;

*d.* як добуток межі вимірювань на число поділок шкали приладу.

**27.** Чутливість вимірювального приладу:

*a.* це відношення межі вимірювань до числа поділок шкали приладу;

*b.* дорівнює добутку коефіцієнта Стюдента на число поділок шкали приладу;

*c.* дорівнює добутку межі вимірювань на число поділок шкали приладу;

*d.* це відношення переміщення покажчика приладу до значення вимірюваної величини, що викликала це переміщення.

**28.** При повторних вимірюваннях були отримані наступні числові значення деякої величини: 12,4; 12,6; 12,6; 12,5 і 12,4. Середнє значення цієї величини дорівнює:

*a.* 12,5;

*b.* 12,6;

*c.* 12,4;

*d.* 5.

**29.** Середнє значення деякої величини дорівнює 8,0; абсолютна похибка 0,2; а відносна похибка:

*a.* 8;

*b.* 40;

*c.* 0,025;

*d.* 1;

*e.* 0,04.

**30.** Прилад з класом точності 1 має 150 поділок. Систематична похибка вимірювання дорівнює:

*a.* 1,25 поділки;

*b.* 0,5 поділки;

*c.* 1,2 поділки;

*d.* 1,5 поділки.

**31.** Площа прямокутника визначається як добуток його сторін. Відносна похибка вимірювання довжини сторони дорівнює 3,0 %, а відносна похибка вимірювання площі:

*a.* 3,0 %;

*b.* 6,0 %;

*c.* 9,0 %;

*d.* 1,5 %;

*e.* 1 %.

**32.** В яких варіантах правильно вказано число значущих цифр:

*a.* 3,010 – 3;

*b.* 120,60 – 3;

*c.* 0,010 – 2;

*d.* 45,51 – 4;

*e.* 14,0 – 2;

*f.* 0,3040 – 5.

**33.** Правильно записаний результат експерименту:

- a.  $l = (32,71 \pm 0,5) \text{ мм};$       b.  $l = (32,71 \pm 0,50) \text{ мм};$   
 c.  $l = (3,27 \pm 0,50) \cdot 10^{-2} \text{ м};$       d.  $l = (3,27 \pm 0,05) \cdot 10^{-2} \text{ м};$   
 e.  $l = (0,03271 \pm 0,0005) \text{ м};$       f.  $l = (0,033 \pm 0,001) \text{ м}.$

**34.** Правильно записані результати експериментів (вказати всі правильні відповіді):

- a.  $\vec{M} = (4,52 \pm 0,4) \cdot 10^{-2} \text{ Н} \cdot \text{м};$   
 b.  $V = (3,55 \pm 0,05) \cdot 10^{-2} \text{ м}^3;$   
 c.  $m = (21,7 \pm 0,05) \text{ г};$   
 d.  $F = (1,50 \pm 0,05) \cdot 10^1 \text{ Н};$   
 e.  $v = (0,30 \pm 0,05) \text{ м/с};$   
 f.  $L = 33 \cdot 10^{-3} \pm 2 \cdot 10^{-4} \left( \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2} \right).$

**35.** При проведенні експерименту отримали результати

- a.  $V = 23945,54 \text{ мм}^3;$       b.  $\Delta V = 34,62 \text{ мм}^3.$

Вказати всі правильно записані варіанти кінцевого результату:

- a.  $V = (2,40 \pm 0,03) \cdot 10^{-5} \text{ м}^3;$   
 b.  $V = (2,394 \pm 0,003) \cdot 10^{-5} \text{ м}^3;$   
 c.  $V = (2,394 \pm 0,004) \cdot 10^{-5} \text{ м}^3;$   
 d.  $V = (2,3946 \pm 0,0035) \cdot 10^{-5} \text{ м}^3;$

e.  $V = (2,395 \pm 0,003) \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$ ;

f.  $L = (2,39 \cdot 10^{-5} \pm 4 \cdot 10^{-7}) \text{ м}^3$ .

**36.** При побудові графіка залежності  $A = f(x)$  поле похибок має вигляд і розмір:

a. прямокутника  $A \times x$ ;

b. прямокутника  $\Delta A \times \Delta x$ ;

c. квадрата  $a = 1 \text{ см}$ ;

d. квадрата  $a = 5 \text{ мм}$ ;

e. прямокутника  $2\Delta A \times 2\Delta x$ ;

f. круга  $R = 1 \text{ см}$ .

---

## 2 МЕХАНІКА

### 2.1 Основні поняття механіки

1. *Об'єктом вивчення фізики є:*

- a.* рух тіл; *b.* матеріальні тіла;
- c.* властивості матерії; *d.* світ, що оточує людину.

2. *Видами матерії є (вказати всі правильні відповіді):*

- a.* час; *b.* поле; *c.* простір; *d.* речовина.

3. *Основними властивостями матерії є (вказати всі правильні відповіді):*

- a.* існування у просторі та часі;
- b.* здатність зникати і знову виникати;
- c.* рух;
- d.* перетворення з однієї форми в іншу.

4. *Механіка вивчає:*

- a.* форми матерії, їх рух і взаємні перетворення;
- b.* рух і рівновагу тіл;
- c.* властивості матеріальних тіл;
- d.* світ, що оточує людину.

5. *Рух у механіці розуміється як (вказати всі правильні відповіді):*

- a.* зміна положення тіл;
- b.* зміна чого-небудь з часом;
- c.* перетворення однієї форми матерії на іншу;
- d.* зміна положення частин тіла один відносно одного.

**6.** *Основоположником класичної механіки вважається:*

- a.* І. Ньютон;
- b.* Р. Декарт;
- c.* Г. Галілей;
- d.* Демокрит.

**7.** *По відношенню до швидкості руху даних об'єктів виділяють наступні розділи механіки (вказати всі правильні відповіді):*

- a.* класична механіка;
- b.* кінематика;
- c.* релятивістська механіка;
- d.* квантова механіка;
- e.* динаміка.

**8.** *Розрізняють наступні розділи механіки, що ґрунтуються на різних підходах до визначення параметрів руху тіл (вказати всі правильні відповіді):*

- a.* статика;
- b.* теорія пружності;
- c.* класична механіка;
- d.* кінематика;
- e.* динаміка;
- f.* релятивістська механіка.

**9.** *По відношенню до природи даних об'єктів виділяють наступні розділи механіки (вказати всі правильні відповіді):*

- a.* механіка матеріальної точки;
- b.* механіка твердого тіла;
- c.* класична механіка;
- d.* квантова механіка;
- e.* релятивістська механіка;
- f.* механіка суцільних середовищ;
- g.* динаміка;
- h.* кінематика;
- i.* статика.

**10.** *Основним завданням механіки є:*

- a.* вивчення причин руху тіл;
- b.* визначення стану системи в послідовні моменти часу;
- c.* вивчення форм руху матерії;
- d.* вивчення фізичних властивостей матеріальних тіл.

**11. Механічна система – це сукупність:**

- a. тіл, деформаціями яких можна нехтувати;
- b. тіл, виділених для розгляду;
- c. об'єктів, по відношенню до яких розглядається рух, і годинника;
- d. матеріальних об'єктів, що не взаємодіють з навколишніми тілами.

**12. Система відліку – це:**

- a. система координат, годинник і спостерігач;
- b. тіло, відносно якого розглядається рух;
- c. сукупність координатних осей;
- d. сукупність тіл, по відношенню до яких розглядається рух, і годинник.

**13. Матеріальна точка – це:**

- a. тіло, деформаціями якого можна нехтувати;
- b. мала частина реального тіла;
- c. тіло, масою якого можна нехтувати;
- d. тіло, розмірами якого можна нехтувати.

**14. У моделі абсолютно твердого тіла нехтують його (вказати всі правильні відповіді):**

- a. деформаціями;
- b. розмірами;
- c. взаємодією з іншими тілами;
- d. масою.

**15. При поступальному русі (вказати всі правильні відповіді):**

- a. тіло рухається по прямій;
- b. будь-яка пряма, пов'язана з тілом, переміщається паралельно самій собі;
- c. усі точки тіла рухаються по прямих лініях, паралельних одна одній;
- d. тіло рухається рівномірно.

**16. Обертання тіла – це такий рух, при якому всі його точки рухаються:**

- a.* по колах;
- b.* по колах однакового радіуса;
- c.* навколо однієї осі;
- d.* навколо осі, необов'язково одної для всіх точок.

**17. Траєкторія – це:**

- a.* відстань між двома положеннями матеріальної точки, виміряна вздовж лінії її руху;
- b.* лінія, яку описує матеріальна точка в процесі руху;
- c.* вектор, проведений від початкової точки руху до кінцевої;
- d.* вектор, проведений з початку координат до матеріальної точки.

**18. Шлях – це:**

- a.* відстань між двома положеннями матеріальної точки, виміряна вздовж траєкторії її руху;
- b.* лінія, яку описує деяка матеріальна точка в процесі руху;
- c.* вектор, проведений від початкової точки руху до кінцевої;
- d.* вектор, проведений з початку координат до матеріальної точки.

**19. Переміщення – це:**

- a.* вектор, проведений від початкової точки руху до кінцевої;
- b.* відстань між двома точками, виміряна вздовж траєкторії руху;
- c.* лінія, яку описує деяка матеріальна точка в процесі руху;
- d.* вектор, проведений з початку координат до матеріальної точки.

**20. Швидкість матеріальної точки – це:**

- a.* похідна від шляху за часом;
- b.* відношення шляху, пройденого матеріальною точкою, до проміжку часу;
- c.* похідна від радіуса-вектора точки за часом;

*d.* вектор, рівний відношенню вектора переміщення до проміжку часу.

**21. Прискорення** (вказати всі правильні відповіді):

*a.* це похідна від швидкості точки за часом;

*b.* це друга похідна від шляху за часом;

*c.* у кожній точці траєкторії має такий же напрям, як і вектор швидкості в тій же точці;

*d.* спрямоване вздовж траєкторії руху матеріальної точки.

**22. Середня швидкість** знаходиться як:

*a.* відношення шляху, пройденого матеріальною точкою, до проміжку часу;

*b.* похідна від радіуса-вектора точки за часом;

*c.* похідна від шляху за часом;

*d.* вектор, рівний відношенню вектора переміщення до проміжку часу.

**23. Векторна величина** може характеризуватися (вказати всі правильні відповіді):

*a.* своїм значенням і напрямом у просторі;

*b.* за допомогою математичного об'єкта, що називається вектором;

*c.* своїм положенням і напрямом у просторі;

*d.* набором чисел, незалежним від вибору системи координат;

*e.* набором чисел, залежним від вибору системи координат.

**24. Радіус-вектор** задає:

*a.* положення матеріальної точки;

*b.* напрям руху;

*c.* радіус обертання;

*d.* швидкість обертання.

**25. Фізичні величини** можуть бути представлені типами векторів:

*a.* колінеарними, компланарними і полярними;

*b.* нормальними і тангенціальними;

*с. вільними, ковзаючими і зв'язаними;*

*д. лінійними і скалярними.*

**26.** *У координатному зображенні векторна величина задається:*

*а. спрямованим відрізком;*

*б. модулем і напрямом;*

*с. набором перпендикулярних один одному векторів, при складанні яких виходить початковий вектор;*

*д. трьома проєкціями на координатні осі.*

**27.** *Згідно з теоремою косинусів модуль суми двох векторних величин знаходиться:*

*а. за формулою:  $(a^2 + b^2 + 2ab \cos \alpha)^{1/2}$ ;*

*б. як добуток модулів векторів і косинуса кута між ними;*

*с. за формулою:  $((a^2 + b^2) \cos \alpha)^{1/2}$ ;*

*д. як добуток суми модулів векторів на косинус кута між ними.*

**28.** *Сума двох векторних величин у координатному зображенні знаходиться:*

*а. за формулою:  $(a^2 + b^2 + 2ab \cos \alpha)^{1/2}$ ;*

*б. як добуток модулів векторів і косинуса кута між ними;*

*с. за формулою:  $(a_i + b_i, a_j + b_j, a_k + b_k)$ ;*

*д. як добуток суми модулів векторів на косинус кута між ними.*

**29.** *Модуль векторного добутку двох векторних величин знаходиться за формулою:*

*а.  $(a^2 + b^2 - 2ab \cos \alpha)^{1/2}$ ;*

*б.  $ab \sin \alpha$ ;*

*с.  $ab \cos \alpha$ ;*

*д.  $(a_i + b_i, a_j + b_j, a_k + b_k)^{1/2}$ .*

**30.** Векторний добуток двох векторних величин у координатному зображенні знаходиться за формулою:

a.  $(a^2 + b^2 - 2ab \cos \alpha)^{1/2}$ ;

b.  $((a_j \cdot b_k - a_k b_j) \vec{i} + (a_k \cdot b_i - a_i b_k) \vec{j} + (a_i \cdot b_j - a_j b_i) \vec{k})$ ;

c.  $ab \sin \alpha$ ;

d.  $(a_i \cdot b_i, a_j \cdot b_j, a_k \cdot b_k)$

**31.** Скалярний добуток двох векторних величин можна знайти за формулами (вказати всі правильні відповіді):

a.  $ab \sin \alpha$ ;

b.  $ab \cos \alpha$ ;

c.  $(a^2 + b^2 - 2ab \cos \alpha)^{1/2}$ ;

d.  $(a_i \cdot b_i + a_j \cdot b_j + a_k \cdot b_k)$

**32.** Сума векторних величин  $a = (1, 2, 3)$  і  $b = (2, 3, 1)$  дорівнює:

a.  $(3, 5, 4)$ ;

b. 12;

c.  $(2, 6, 3)$ ;

d. 11.

**33.** Скалярний добуток векторних величин  $a = (1, 0)$  і  $b = (0, 1)$  дорівнює:

a.  $(1, 1)$ ;

b. 0;

c.  $(0, 0)$ ;

d. 1.

**34.** Скалярний добуток векторних величин  $a = (1, 0)$  і  $b = (1, 0)$  дорівнює:

a. 0;

b.  $(1, 0)$ ;

c. 1;

d.  $(2, 0)$ .

**35.** Модуль векторного добутку векторних величин  $a = (2, 0, 0)$  і  $b = (0, 1, 0)$  дорівнює:

a. 2;

b.  $(2, 1, 0)$ ;

c. 0;

d.  $(0, 0, 0)$ .

**36.** Скалярний добуток двох одиничних векторних величин з кутом  $45^\circ$  між ними дорівнює:

a. 1;

b.  $(1, 1)$ ;

c.  $\sqrt{2}/2$ ;

d.  $1/2$ .

**37.** Модуль векторного добутку двох одиничних векторних величин з кутом  $60^\circ$  між ними дорівнює:

- a.  $\sqrt{3}/2$ ;      b.  $1/2$ ;      c. 1;      d. (1,1,1).

**38.** Модуль суми векторних величин  $a = (3, 1)$  і  $b = (0, 3)$  дорівнює:

- a. 5;      b. 7;      c. (3,4);      d. (0,3).

**39.** Модуль векторного добутку двох одиничних векторних величин, паралельних одна одній, дорівнює:

- a. 0;      b. 1;      c. (1,1);      d. (0,0).

**40.** На тіло діють дві перпендикулярні одна одній сили 2 Н і 4 Н. Величина сумарної сили становить:

- a. 6 Н;      b. 2 Н;      c. 0 Н;      d. Н.

**41.** На тіло діють дві сили 12 і 5 Н, спрямовані під кутом  $\pi$  одна до одної. Величина сумарної сили становить:

- a. 7 Н;      b. 17 Н;      c. 60 Н;      d. 15 Н.

**42.** Не може описувати траєкторію руху рівняння:

- a.  $y = 8x$ ;      b.  $y = 8$ ;  
c.  $y = 8t$ ;      d.  $x^2 + y^2 = 8$ .

## 2.2 Кінематика

**1.** Кінематика – :

a. це розділ фізики, присвячений вивченню руху тіл у зв'язку з його причинами;

b. займається описом положення механічної системи як функції часу;

c. займається вивченням руху та умов рівноваги тіл;

d. це розділ фізики, присвячений вивченню властивостей тіл.

**2.** По відношенню до траєкторії руху вектор прискорення розкладають на ... компоненти (вказати всі правильні відповіді):

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| <i>a.</i> вертикальну;   | <i>b.</i> горизонтальну; |
| <i>c.</i> лінійну;       | <i>d.</i> нормальну;     |
| <i>e.</i> тангенціальну; | <i>f.</i> обертальну.    |

**3.** *Складний рух тіла можна розкласти на елементарні види рухів (вказати всі правильні відповіді):*

- |                             |                        |
|-----------------------------|------------------------|
| <i>a.</i> поступальний;     | <i>b.</i> рівномірний; |
| <i>c.</i> рівноприскорений; | <i>d.</i> обертальний; |
| <i>e.</i> нерівномірний.    |                        |

**4.** *Рівномірний прямолінійний рух – це:*

- |                                                       |
|-------------------------------------------------------|
| <i>a.</i> прямолінійний рух з постійною швидкістю;    |
| <i>b.</i> рух уздовж прямої з постійним прискоренням; |
| <i>c.</i> поступальний рух з постійним прискоренням;  |
| <i>d.</i> рух уздовж прямої.                          |

**5.** *Виберіть правильне співвідношення між шляхом  $dS$  і переміщенням  $d\vec{r}$ :*

- |                                |                                  |
|--------------------------------|----------------------------------|
| <i>a.</i> $dS \geq d\vec{r}$ ; | <i>b.</i> $dS \geq  d\vec{r} $ ; |
| <i>c.</i> $dS =  d\vec{r} $ ;  | <i>d.</i> $dS = d\vec{r}$ .      |

**6.** *Рівняння кінематики прямолінійного рівноприскореного руху виглядають таким чином (вказати всі правильні відповіді):*

- |                                                 |                                   |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <i>a.</i> $x = v_0 t + at$ ;                    | <i>b.</i> $E = m \frac{v^2}{2}$ ; |
| <i>c.</i> $S = v_0 t + a \frac{t^2}{2}$ ;       | <i>d.</i> $E = mgh$ .             |
| <i>e.</i> $p = mv$ ;                            | <i>f.</i> $a_n = \frac{v^2}{R}$ ; |
| <i>g.</i> $\vec{L} = \vec{r} \times m\vec{v}$ ; | <i>h.</i> $v = v_0 + at$ .        |

**7.** Швидкістю рухомої точки в інтервалі часу від  $t$  до  $t+\Delta t$  називається вектор, який дорівнює відношенню приросту  $\Delta \vec{r}$  радіуса-вектора точки за цей інтервал часу до його тривалості  $\Delta t$ :

- a.* миттєвою;
- b.* кутовою;
- c.* середньою;
- d.* нормальною.

**8.** Тангенціальним прискоренням називається:

*a.* складова повного прискорення, що характеризує зміну вектора швидкості за величиною;

*b.* швидкість зміни вектора швидкості;

*c.* складова повного прискорення, перпендикулярна вектору швидкості;

*d.* складова повного прискорення, що характеризує зміну вектора швидкості за напрямом;

*e.* швидкість зміни радіуса-вектора.

**9.** Вектор тангенціального прискорення  $a_\tau$  орієнтований:

*a.* по дотичній до траєкторії руху в цій точці;

*b.* уздовж прямої, що проходить під кутом  $45^\circ$  до вектора швидкості;

*c.* по радіусу кривизни траєкторії до центру кривизни;

*d.* перпендикулярно вектору повного прискорення;

*e.* паралельно вектору повного прискорення.

**10.** Вектор кутової швидкості спрямований:

*a.* уздовж осі обертання;

*b.* перпендикулярно осі обертання, в напрямку від неї;

*c.* у напрямку обертання;

*d.* перпендикулярно осі обертання, у напрямку до неї.

**11.** У системі одиниць СІ кутова швидкість вимірюється в:

*a.* радіанах в секунду, рад/с;

*b.* градусах в секунду, град/с;

*c.* оборотах в секунду, об/с;

*d.* зворотних секундах, 1/с.

**12. Рівномірний обертальний рух – це обертання:**

- a. з постійним кутовим прискоренням;
- b. навколо нерухомої осі;
- c. з постійною кутовою швидкістю;
- d. з нульовим нормальним прискоренням.

**13. Рівномірний обертальний рух матеріальної точки повністю характеризується ... обертання:**

- a. кутовою швидкістю і періодом;
- b. частотою і періодом;
- c. кутовою швидкістю і частотою;
- d. радіусом і частотою.

**14. Частота обертання:**

- a. обернено пропорційна до періоду;
- b. прямо пропорційна періоду;
- c. рівна  $2\pi$  радіан, поділених на період;
- d. рівна  $2\pi$  радіан, помножених на період.

**15. Частота обертання  $\nu$  пов'язана з кутовою частотою  $\omega$  наступним співвідношенням:**

- a.  $\omega = 2\pi/\nu$ ;
- b.  $\omega = \nu/2\pi$ ;
- c.  $\omega = 1/\nu$ ;
- d.  $\omega = 2\pi\nu$ .

**16. У системі одиниць СІ кутова частота обертання вимірюється у:**

- a. зворотних секундах,  $\text{с}^{-1}$ ;
- b. радіан-секундах,  $\text{рад} \cdot \text{с}$ ;
- c. радіанах,  $\text{рад}$ ;
- d. радіанах у секунду,  $\text{рад}/\text{с}$ .

**17. У системі одиниць СІ частота періодичного процесу вимірюється у:**

- a. зворотних секундах,  $\text{с}^{-1}$ ;
- b. радіанах у секунду,  $\text{рад}/\text{с}$ ;
- c. радіан-секундах,  $\text{рад} \cdot \text{с}$ ;
- d. радіанах,  $\text{рад}$ .

**18.** *Кутове прискорення – це:*

- a. друга похідна від радіуса-вектора за часом;
- b. похідна від кутової швидкості за часом;
- c. відношення моменту сил, що діють на тіло, до його моменту інерції;
- d. похідна радіуса-вектора за часом.

**19.** *Лінійна швидкість руху точки дорівнює:*

- a. векторному добутку її кутової швидкості на радіус-вектор цієї точки, проведений з точки, що лежить на осі обертання;
- b. скалярному добутку її кутової швидкості на радіус-вектор цієї точки, проведений з точки, що лежить на осі обертання;
- c. відношенню її кутової швидкості до радіуса-вектора цієї точки, проведеного з точки, що лежить на осі обертання;
- d. добутку кутової швидкості на частоту обертання.

**20.** *Тангенціальне і кутове прискорення матеріальної точки пов'язані через її радіус обертання наступним співвідношенням:*

- a.  $a_\tau = \beta / R$ ;
- b.  $a_\tau = \beta R$ ;
- c.  $\beta = a_\tau / R^2$ ;
- d.  $a_\tau = R / \beta$ .

**21.** *Рівняння кінематики обертального рівноприскореного руху навколо фіксованої осі виглядають так (указати всі правильні відповіді):*

- a.  $\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \beta \frac{t^2}{2}$ ;
- b.  $a_n = \frac{v^2}{R}$ ;
- c.  $a_\tau = \beta R$ ;
- d.  $a_\tau = \beta / R$ ;
- e.  $\omega = \omega_0 + \beta t$ ;
- f.  $a_n = v^2 R$ ;
- g.  $\vec{L} = \vec{r} \times m\vec{v}$ ;
- h.  $\vec{M} = J\vec{\beta}$ .

**22.** Формула, за якою визначається середня лінійна швидкість:

a.  $\frac{d\vec{v}}{dt}$ ;

b.  $\frac{\vec{v}_1 + \vec{v}_2 + \dots + \vec{v}_n}{n}$ ;

c.  $\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$ ;

d.  $\frac{\Delta S}{\Delta t}$ .

**23.** Формула, за якою визначається вектор середньої швидкості:

a.  $\frac{d\vec{v}}{dt}$ ;

b.  $\frac{\vec{v}_1 + \vec{v}_2 + \dots + \vec{v}_n}{n}$ ;

c.  $\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$ ;

d.  $\frac{\Delta S}{\Delta t}$ .

**24.** Яка з формул відповідає модулю миттєвої лінійної швидкості?

a.  $v = \frac{S}{t}$ ;

b.  $v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$ ;

c.  $v = \frac{dS}{dt}$ ;

d.  $v = at$ .

**25.** Який з виразів визначає модуль повного лінійного прискорення?

a.  $\frac{v^2}{R}$ ;

b.  $\frac{dv}{dt}$ ;

c.  $a_\tau + a_n$ ;

d.  $\sqrt{\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{d^2y}{dt^2} + \frac{d^2z}{dt^2}}$ .

**26.** Який з виразів визначає модуль тангенціального прискорення?

a.  $\frac{v^2}{R}$ ;

b.  $\frac{dv}{dt}$ ;

c.  $\left| \frac{d\vec{v}}{dt} \right|$ ;

d.  $\sqrt{\frac{dv_x}{dt} + \frac{dv_y}{dt} + \frac{dv_z}{dt}}$ .

**27.** Вкажіть вираз миттєвого кутового прискорення:

a.  $\frac{d\vec{\omega}}{dt}$ ;

b.  $\frac{d\vec{\phi}}{dt}$ ;

c.  $\frac{d^2\vec{\omega}}{dt^2}$ ;

d.  $\int \vec{\omega} dt$ .

**28.** Вкажіть вираз миттєвої кутової швидкості:

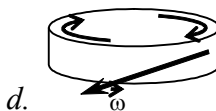
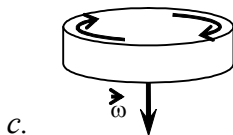
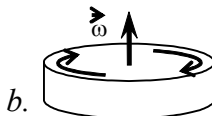
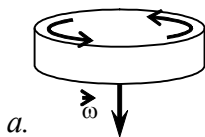
a.  $\frac{d\vec{\omega}}{dt}$ ;

b.  $\frac{d\vec{\phi}}{dt}$ ;

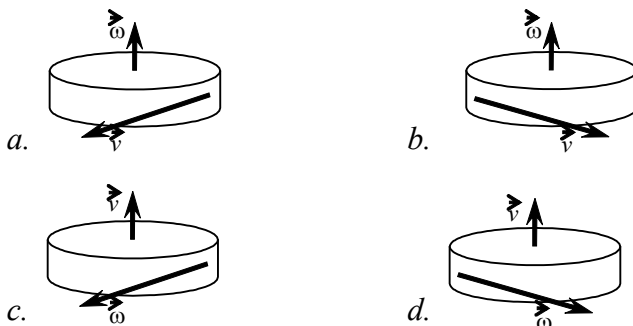
c.  $\frac{d^2\vec{\phi}}{dt^2}$ ;

d.  $\int \vec{\epsilon} dt$ .

**29.** На якому рисунку вірно вказаний вектор кутової швидкості тіла при заданому напрямку обертання:



**30.** На якому рисунку вірно вказаний вектор лінійної швидкості  $\vec{v}$  точки тіла, що обертається, з кутовою швидкістю  $\vec{\omega}$ :



**31.** При якому русі  $a_n = 0$  і  $a_\tau = 0$ :

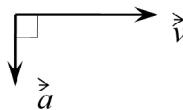
- a. по колу з  $v = \text{const}$ ;
- b. прямолінійному рівносповільненому;
- c. прямолінійному рівноприскореному;
- d. прямолінійному рівномірному.

**32.** При якому русі  $a_\tau = 0$ ,  $a_n = \text{const}$ :

- a. рівномірному по колу;
- b. при криволінійному рівноприскореному;
- c. при криволінійному;
- d. прямолінійному рівнозмінному;
- e. прямолінійному рівномірному.

**33.** Якому руху відповідає рисунок:

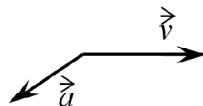
- a. криволінійному прискореному;
- b. прямолінійному прискореному;
- c. криволінійному рівномірному;
- d. прямолінійному сповільненому.



**34.** У деякий момент часу швидкість та прискорення матеріальної точки спрямовані так, як показано на рисунку. Які з наведених тверджень можуть бути вірними:

- a. рух прямолінійний, прискорений;

- b.* рух прямолінійний, рівномірний;
- c.* рух прямолінійний, сповільнений;
- d.* рух криволінійний, прискорений;
- e.* рух криволінійний, рівномірний;
- h.* рух криволінійний, сповільнений.



**35.** Точка рухається по криволінійній траєкторії, збільшуючи швидкість. Який кут складають вектори повного і нормального прискорень:

- a.* гострий;
- b.* тупий;
- c.*  $90^\circ$ ;
- d.*  $180^\circ$ ;
- e.*  $0^\circ$ .

**36.** Точка рухається по криволінійній траєкторії, зменшуючи швидкість. Який кут складають вектори швидкості і нормального прискорення:

- a.* гострий;
- b.* тупий;
- c.*  $90^\circ$ ;
- d.*  $180^\circ$ ;
- e.*  $0^\circ$ .

**37.** Точка рухається по криволінійній траєкторії, зменшуючи швидкість. Який кут складають вектори повного і нормального прискорень:

- a.* гострий;
- b.* тупий;
- c.*  $90^\circ$ ;
- d.*  $180^\circ$ ;
- e.*  $0^\circ$ .

**38.** Точка рухається по криволінійній траєкторії, зменшуючи швидкість. Який кут складають вектори тангенціального і нормального прискорень:

- a.* гострий;
- b.* тупий;
- c.*  $90^\circ$ ;
- d.*  $180^\circ$ ;
- e.*  $0^\circ$ .

**39.** Точка рухається по криволінійній траєкторії, збільшуючи швидкість. Який кут складають вектори тангенціального і повного прискорень:

- a.* гострий;
- b.* тупий;
- c.*  $90^\circ$ ;
- d.*  $180^\circ$ ;
- e.*  $0^\circ$ .

**40.** Точка рухається по криволінійній траєкторії, зменшуючи швидкість. Який кут складають вектори швидкості і повного прискорення:

- a. гострий;                      b. тупий;                      c.  $90^\circ$ ;  
d.  $180^\circ$ ;                      e.  $0^\circ$ .

**41.** Який кут складають вектори кутової швидкості і кутового прискорення при уповільненні швидкості обертання навколо закріпленої осі:

- a.  $\pi$ ;                              b.  $\pi/4$ ;                              c.  $\pi/2$ ;  
d.  $0^\circ$ ;                              e.  $90^\circ$ ;                              h. будь-який.

**42.** Який кут складають вектори лінійного і кутового прискорень при збільшенні швидкості обертання навколо закріпленої осі:

- a.  $\pi$ ;                              b.  $\pi/4$ ;                              c.  $\pi/2$ ;  
d.  $0^\circ$ ;                              e.  $180^\circ$ ;                              h. будь-який.

**43.** Який кут складають вектори лінійної швидкості і кутового прискорення при уповільненні обертання тіла навколо закріпленої осі:

- a.  $\pi/2$ ;                              b.  $\pi/4$ ;                              c.  $\pi$ ;  
d.  $0^\circ$ ;                              e.  $190^\circ$ ;                              h. будь-який.

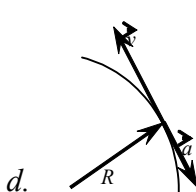
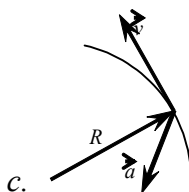
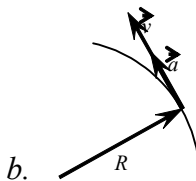
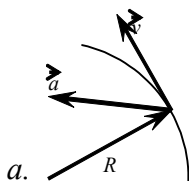
**44.** Який кут складають вектори кутової швидкості і кутового прискорення при збільшенні швидкості обертання навколо закріпленої осі:

- a.  $\pi$ ;                              b.  $\pi/4$ ;                              c.  $\pi/2$ ;  
d.  $0^\circ$ ;                              e.  $90^\circ$ ;                              h. будь-який.

**45.** Диск обертається навколо осі, що проходить через його центр мас, з постійною кутовою швидкістю. Вказати величину кута між векторами кутової і лінійної швидкості точки, що знаходиться на ободі диска:

- a.  $360^\circ$ ;                              b.  $45^\circ$ ;                              c.  $90^\circ$ ;  
d.  $180^\circ$ ;                              e.  $0^\circ$ .

**46.** На якому рисунку напрямок вектора повного лінійного прискорення відповідає сповільненому руху по траєкторії:



**47.** Які з наведених рухів є рівномірними:

a.  $\vec{a}_n = 4 \text{ м/с}^2$ ,  $\vec{a}_\tau = 4 \text{ м/с}^2$ ;

b.  $\vec{a}_n = 3 \cdot t \text{ м/с}^2$ ,  $\vec{a}_\tau = 1 \text{ м/с}^2$ ;

c.  $\vec{a}_n = 3 \text{ м/с}^2$ ,  $\vec{a}_\tau = 0 \text{ м/с}^2$ ;

d.  $\vec{a}_n = 0 \text{ м/с}^2$ ,  $\vec{a}_\tau = 2 \text{ м/с}^2$ .

**48.** Визначити, які з наведених прямолінійних рухів рівноприскорені:

a.  $x(t) = 3t^4$ ;

b.  $v(t) = 5t^2$ ;

c.  $a(t) = 8t$ ;

d.  $v(t) = 7t$ .

**49.** Виберіть правильний вираз для залежності швидкості тіла від часу. Залежність пройденого шляху від часу задається рівнянням  $S(t) = 4 + 2t^3 + 3t^4$ :

a.  $v(t) = 4 + 6t^2 + 12t^3$ ;

b.  $v(t) = 6t^2 + 8t^3$ ;

c.  $v(t) = 4t^2 + 4t^3$ ;

d.  $v(t) = 6t^2 + 12t^3$ ;

e.  $v(t) = 12t^2$ .

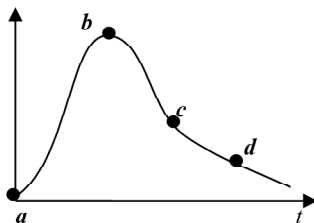
**50.** Виберіть правильний вираз для залежності прискорення тіла від часу. Залежність пройденого шляху від часу задається рівнянням  $S(t) = 4 + 2t^3 + 3t^4$ :

- a.  $a(t) = 4 + 6t + 12t^2$ ;      b.  $a(t) = 6t^2 + 8t^3$ ;  
 c.  $a(t) = 12t + 36t^2$ ;      d.  $a(t) = t + 3t^2$ ;  
 e.  $a(t) = 4 + 8t^2 + 12t^3$ .

**51.** Виберіть правильний вираз для залежності кутового прискорення тіла від часу. Залежність кута від часу задається рівнянням  $\varphi(t) = 2 + 0,5t + 3t^3$ :

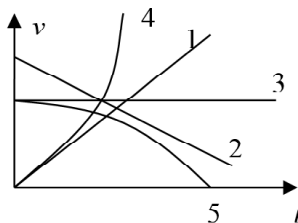
- a.  $\varepsilon(t) = 2 + t + 9t^2$ ;      b.  $\varepsilon(t) = 0,5 + 3t^2$ ;  
 c.  $\varepsilon(t) = 2t + 9t^2$ ;      d.  $\varepsilon(t) = t + t^2$ ;  
 e.  $\varepsilon(t) = 18t$ .

**52.** Вкажіть точку на графіку, в якій тангенціальне прискорення дорівнює нулю.



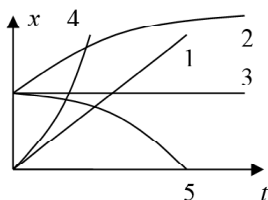
**53.** Матеріальна точка рухається по прямій згідно з рівнянням  $x = 5 + 2t^2$ . Залежність швидкості точки від часу на графіку зображується лінією:

- a. 2;    b. 3;    c. 1;    d. 5;    e. 4.



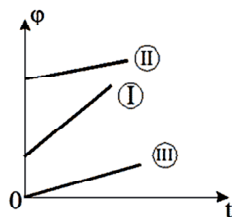
**54.** Матеріальна точка рухається по прямій згідно з рівнянням  $x = 3t^2$ . Залежність координати точки від часу на графіку зображується лінією:

- a. 5;                      b. 4;                      c. 3;  
d. 2;                      e. 1.



**55.** На рисунку показано графік залежності кута повороту від часу для трьох тіл, які здійснюють рівномірний рух по колу. В якому з наведених співвідношень знаходяться між собою кутові швидкості цих тіл:

- a.  $\omega_1 = \omega_2 > \omega_3$ ;                      b.  $\omega_1 = \omega_3 < \omega_2$ ;  
c.  $\omega_1 < \omega_2 = \omega_3$ ;                      d.  $\omega_1 > \omega_2 = \omega_3$ ;  
e.  $\omega_1 = \omega_3 > \omega_2$ .



**56.** Прямолінійний рух матеріальної точки описується рівнянням  $S = 15 - 3t + 2t^2$ . Швидкість точки через 3 с після початку руху дорівнює:

- a. 2 м/с;                      b. 4 м/с;                      c. 9 м/с;  
d. 15 м/с;                      e. 18 м/с.

**57.** Залежність пройденого тілом шляху від часу має вигляд  $S = 4t^3 + t + 2$  м. Знайдіть прискорення тіла у момент часу  $t = 2$  с:

- a. 48 м/с<sup>2</sup>;                      b. 32 м/с<sup>2</sup>;                      c. 24 м/с<sup>2</sup>;  
d. 12 м/с<sup>2</sup>;                      e. -4 м/с<sup>2</sup>.

**58.** Точка рухається по колу з радіусом 0,5 м. Чому дорівнює її швидкість (м/с), якщо нормальне прискорення точки дорівнює 8 м/с<sup>2</sup>:

- a. 2;                      b. 4;                      c. 8;                      d. 1;                      e. 16.

**59.** Точка рухається згідно з рівнянням  $x = 4 - 3t + 2t^3$  м. Прискорення точки дорівнює 6 м/с<sup>2</sup> у момент часу:

- a. 0 с;                      b. 0,5 с;                      c. 1 с;                      d. 2,5 с;                      e. будь-який.

**60.** Тіло масою 5 кг у момент падіння на Землю з висоти 20 м має кінцеву швидкість:

- a. 10 м/с;      b. 20 м/с;      c. 40 м/с;      d. 50 м/с.

**61.** Тіло масою 1 кг, підкинуте вертикально вгору з початковою швидкістю 5 м/с, досягне максимальної висоти підйому через:

- a. 0,5 с;      b. 1 с;      c. 2 с;      d. 5 с.

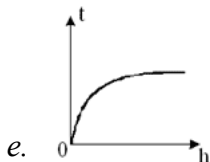
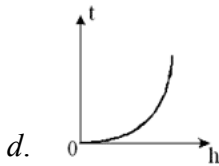
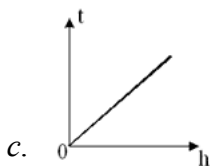
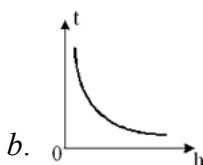
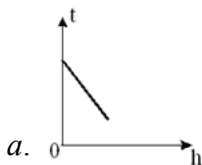
**62.** Тіло масою 1 кг, підкинуте вертикально вгору з початковою швидкістю 5 м/с, підніметься на висоту:

- a. 2,50 м;      b. 2,05 м;      c. 2,75 м;      d. 1,25 м.

**63.** Тіло масою 1 кг, підкинуте вертикально вгору з початковою швидкістю 5 м/с, повернеться назад через:

- a. 0,5 с;      b. 1,5 с;      c. 1,0 с;      d. 2,0 с.

**64.** Який з наведених графіків відображає залежність часу вільного падіння тіла від висоти падіння:



**65.** Два тіла вільно падають з висоти  $h_1 = 180$  м та  $h_2 = 20$  м. У скільки разів швидкість першого тіла в момент падіння на Землю відрізняється від швидкості другого:

- a. у 9 разів;                      b. у 3 рази;                      c. у 1/9 раза;  
d. у 1/3 раза;                      e. не відрізняються.

**66.** Рух тіла описується кінематичними рівняннями:  $y = t^2$  та  $x = t^2$ . При цьому рівняння траєкторії:

- a.  $t^2 = 0$ ;                                      b.  $t^2 = \text{const}$ ;  
c.  $y = x$ ;                                      d.  $x + y = 2t^2$ .

**67.** Швидкість матеріальної точки, що рухається в площині XY, змінюється з часом згідно з законом  $\vec{V} = 5\vec{i} - 4t\vec{j}$ . Який з виразів визначає модуль швидкості:

- a.  $V = \sqrt{25 + 16t^2}$  м/с;                      b.  $V = \sqrt{25 - 16t^2}$  м/с;  
c.  $V = |5 - 4t|$  м/с;                      d.  $V = 5 - 4t$  м/с;  
e.  $V = \sqrt{41}t$  м/с.

**68.** Автомобіль проїхав по прямій 30 км зі швидкістю 60 км/год. Потім він проїхав у зворотному напрямі 20 км зі швидкістю 40 км/год. Всього він проїхав шлях завдовжки:

- a. 10 км;                      b. 50 км;                      c. 30 км;                      d. 20 км.

**69.** Автомобіль проїхав по прямій 30 км зі швидкістю 60 км/год. Потім він проїхав у зворотному напрямі 20 км зі швидкістю 40 км/год. Всього його переміщення склало:

- a. 10 км;                      b. 50 км;                      c. 30 км;                      d. 20 км.

**70.** Автомобіль проїхав по прямій 0,5 год зі швидкістю 60 км/год, постояв годину, а потім проїхав у зворотному напрямі 0,5 год зі швидкістю 40 км/год. Середня швидкість переміщення склала:

- a. 5 км/год;                                      b. 50 км/год;  
c. 10 км/год;                                      d. 25 км/год.

71. Радіус-вектор тіла змінюється з часом за законом  $\vec{r} = 3t^2\vec{i} - 4t^2\vec{j} + 5\vec{k}$  (м). Знайти модуль переміщення  $|\Delta\vec{r}|$  тіла за перші 10 с руху:

- a. 500 м; b. 700 м; c. 50 м; d. 7 м; e. 705 м.

72. Пішохід пройшов половину кола радіусом 2 км за 1,5 години. Шлях, пройдений пішоходом, склав:

- a. 4,0 км; b. 3,0 км; c. 6,3 км; d. 4,5 км.

73. Пішохід пройшов половину кола радіусом 2 км за 1,5 години. Переміщення пішохода складо:

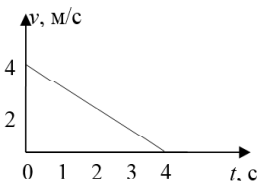
- a. 4,0 км; b. 3,0 км; c. 6,3 км; d. 4,5 км.

74. Пішохід пройшов половину кола радіусом 3 км за 1,5 години. Середня швидкість переміщення пішохода складала:

- a. 2,0 км/год; b. 4,0 км/год;  
c. 6,3 км/год; d. 9,5 км/год.

75. Визначити з графіка  $V(t)$  шлях, пройдений тілом за 4 с:

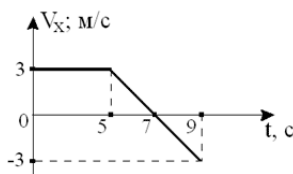
- a. 6 м; b. 8 м; c. 12 м;  
d. 4 м; e. 3 м.



76. Використовуючи інформацію, наведену на рисунку, визначити шлях, який пройде тіло за 9 с:

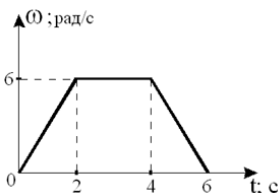
- a. 21 м; b. 15 м; c. 18 м; d. 12 м;  
e. недостатньо інформації для

відповіді.



77. Кутова швидкість змінюється так, як вказано на рисунку. Визначити величину кута повороту через 6 с:

- a. 12 рад; b. 24 рад; c. 30 рад;  
d. 36 рад; e. 60 рад.





## 2.3 Динаміка. Закони Ньютона

**1.** *Динаміка – це розділ фізики, присвячений вивченню:*

- a.* зміни стану тіл у просторі та часі;
- b.* причин, що викликають рух тіл і обумовлюють їх рівновагу;
- c.* руху тіл у зв'язку з його причинами;
- d.* властивостей систем взаємодіючих тіл.

**2.** *Закони Ньютона:*

- a.* були виведені з рівнянь кінематики;
- b.* є доведеними математично теоремами;
- c.* є наслідком рівнянь кінематики і динаміки;
- d.* є узагальненням дослідних фактів.

**3.** *Перший закон Ньютона можна сформулювати таким чином:*

- a.* у всіх інерціальних системах відліку всі механічні явища протікають однаково за однакових початкових умов;
- b.* сили, з якими діють один на одного взаємодіючі тіла, рівні за величиною і протилежні за напрямом;
- c.* швидкість зміни імпульсу тіла дорівнює силі, що діє на нього;
- d.* всяке тіло у відсутності взаємодії покоїться або рухається рівномірно і прямолінійно.

**4.** *Інерціальною називається система відліку:*

- a.* в якій виконується перший закон Ньютона;
- b.* в якій усі механічні явища протікають однаково за однакових початкових умов;
- c.* в якій виконується другий закон Ньютона;
- d.* яка рухається рівномірно і прямолінійно.

**5.** *Класичний принцип відносності можна сформулювати таким чином:*

- a.* всяке тіло знаходиться в стані спокою або рівномірного прямолінійного руху, поки взаємодія з іншими тілами не змусить його змінити цей стан;

*b.* сили, з якими діють один на одного взаємодіючі тіла, рівні за величиною і протилежні за напрямом;

*c.* в усіх інерціальних системах відліку всі механічні явища протікають однаково за однакових початкових умов;

*d.* швидкість зміни імпульсу тіла дорівнює силі, що діє на нього.

**6.** *Маса тіла є характеристикою його* (вказати всі правильні відповіді):

*a.* динамічних властивостей;

*b.* кінематичних властивостей;

*c.* гравітаційної взаємодії;

*d.* взаємодії з іншими тілами при їх зіткненнях.

**7.** *Маса тіла визначається:*

*a.* силою, з якою тіло притягується до Землі;

*b.* його об'ємом і густиною;

*c.* його формою і густиною;

*d.* його здатністю взаємодіяти з іншими тілами.

**8.** *Густина речовини – це:*

*a.* маса одиничного об'єму речовини;

*b.* міра інертності тіла;

*c.* добуток маси тіла на його об'єм;

*d.* його здатність зберігати форму в умовах зовнішніх дій.

**9.** *У системі СІ густина речовини вимірюється в:*

*a.* кілограмах, кг;

*b.* кілограм-метрах кубічних,  $\text{кг} \cdot \text{м}^3$ ;

*c.* кубічних метрах на кілограм,  $\text{м}^3/\text{кг}$ ;

*d.* кілограмах на кубічний метр,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

**10.** *Імпульс тіла – це:*

*a.* добуток маси тіла на його швидкість;

*b.* добуток маси тіла на квадрат його швидкості, що ділиться на два;

с. відношення сили, що діє на тіло до його маси;

д. кінетична енергія руху тіла.

**11.** Другий закон Ньютона можна сформулювати таким чином:

а. швидкість зміни імпульсу тіла дорівнює силі, що діє на нього;

б. у всіх інерціальних системах відліку усі механічні явища протікають однаково за однакових початкових умов;

с. всяке тіло знаходиться в стані спокою або рівномірного прямолінійного руху, поки взаємодія з іншими тілами не змусить його змінити цей стан;

д. сили, з якими діють один на одного взаємодіючі тіла, рівні за величиною і протилежні по напрямку.

**12.** Рівняння руху тіла в нерелятивістській механіці виглядає так:

а.  $E = \frac{mv^2}{2}$ ;

б.  $\vec{P} = m\vec{v}$ ;

с.  $v = ds/dt$ ;

д.  $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ .

**13.** Третій закон Ньютона можна сформулювати таким чином:

а. сили, з якими діють один на одного взаємодіючі тіла, рівні за величиною і протилежні за напрямком;

б. швидкість зміни імпульсу тіла дорівнює силі, що діє на нього;

с. у всіх інерціальних системах відліку всі механічні явища протікають однаково за однакових початкових умов;

д. всяке тіло знаходиться в стані спокою або рівномірного прямолінійного руху, поки взаємодія з іншими тілами не змусить його змінити цей стан.

**14.** У системі одиниць СІ сила вимірюється в:

- a. ньютонах, Н;                      b. паскалях, Па;  
c. кілограмах, кг;                      d. метрах у секунду квадратну,  $\text{м/с}^2$ .

**15.** Сила, що діє на тіло, яке рухається рівномірно по колу, спрямована:

- a. до центру кола;                      b. уздовж швидкості;  
c. проти швидкості;                      d. від центру кола;  
e. дорівнює нулю.

**16.** Векторна фізична величина, яка завжди співпадає за напрямом з вектором швидкості:

- a. імпульс;                      b. переміщення;  
c. прискорення;                      d. сила;  
e. момент сили.

**17.** Векторна фізична величина, яка завжди співпадає за напрямом з вектором прискорення в класичній механіці:

- a. імпульс;                      b. швидкість;                      c. сила;  
d. переміщення;                      e. момент сили.

**18.** Векторна величина, яка завжди співпадає за напрямом з вектором сили в класичній механіці:

- a. імпульс;                      b. прискорення;  
c. переміщення;                      d. момент сили;  
e. швидкість.

**19.** З наведених систем інерціальними є:

1) система відліку, зв'язана з гальмуючим автомобілем;  
2) система відліку, зв'язана з потягом, який проходить за кожну годину 70 км; 3) система відліку, зв'язана з повітряною бульбашкою, що рівномірно впливає з дна озера; 4) система відліку, зв'язана з ліфтом, що підіймається вгору з зупинками.

- a. 1, 2 та 3;                      b. 2 та 3;                      c. 3 та 4;  
d. тільки 2;                      e. тільки 3.

**20.** Система відліку, зв'язана з ліфтом, є інерціальною, якщо ліфт:

- a. піднімається рівномірно вгору;
- b. піднімається уповільнено вгору;
- c. піднімається прискорено вгору;
- d. вільно падає;
- e. опускається прискорено вниз.

**21.** Як спрямований вектор імпульсу тіла:

- a. співпадає з напрямом сили;
- b. протилежно вектору переміщення;
- c. співпадає з напрямом прискорення вільного падіння;
- d. за напрямом вектора швидкості;
- e. співпадає з напрямом сили тертя.

**22.** Принцип еквівалентності стверджує, що:

- a. сили інерції еквівалентні силам гравітації;
- b.  $m_{in} = m_{gp}$ ;
- c. вага тіла рівна нулю;
- d.  $m = const$ ;
- e. сили інерції компенсують сили гравітації.

**23.** Перший закон Ньютона стверджує, що:

- a. причина руху тіла – сила;
- b. спокій і рівномірний прямолінійний рух адекватні;

c.  $\vec{F} = m\vec{a}$ ;

d.  $m = \frac{F}{a}$ ;

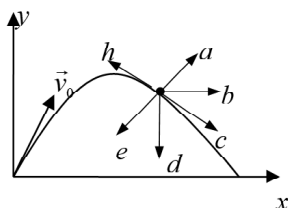
e.  $\vec{a} = \vec{F}/m$ .

**24.** Другий закон Ньютона в імпульсній формі:

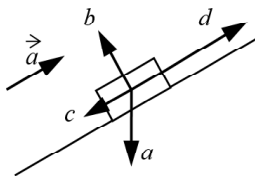
a.  $\vec{F} = m\vec{a}$ ;                      b.  $F = mg$ ;                      c.  $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ ;

d.  $\sum \vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt}$ ;                      e.  $F = -kx$ .

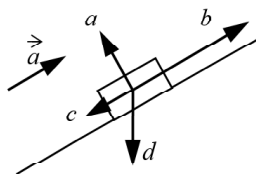
**25.** На рисунку представлена траєкторія руху каменя, кинутого під кутом до горизонту. Як спрямоване прискорення каменя в точці, якщо опром повітря знехтувати?



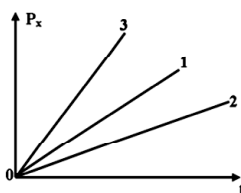
**26.** Автомобіль рухається прискорено вгору по похилій дорозі (див. рис.). Який вектор на рисунку відповідає реакції опори дороги?



**27.** Автомобіль рухається прискорено вгору по похилій дорозі (див. рис.). Який вектор на рисунку відповідає силі тяжіння, що діє на автомобіль?

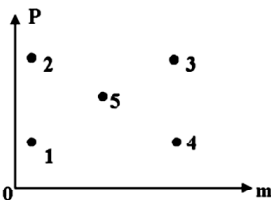


**28.** На рисунку наведено проєкції імпульсів трьох тіл від часу. В якому з наведених нижче співвідношень знаходяться сили, які діють на ці тіла?



- a.  $F_3 > F_2 > F_1$ ;      b.  $F_3 < F_2 < F_1$ ;  
c.  $F_3 > F_1 > F_2$ ;      d.  $F_3 < F_1 < F_2$ ;  
e.  $F_3 = F_2 = F_1$ .

**29.** Який з указаних точок на діаграмі залежності імпульсу тіла від часу відповідає мінімальна швидкість:



- a. 1;    b. 2;    c. 3;    d. 4;    e. 5.

**30.** Який з наведених величин відповідає вираз  $\frac{2 \cdot F \cdot S}{v^2}$ :

- a. швидкості;      b. прискоренню;      c. довжині;  
d. часу;      e. масі.

**31.** Якому з наведених виразів відповідає одиниця сили, виражена через основні одиниці СІ:

a.  $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2}$ ;

b.  $\frac{\text{кг}^2 \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2}$ ;

c.  $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ ;

d.  $\frac{\text{кг}^2 \cdot \text{м}}{\text{с}^2}$ ;

e.  $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}$ .

**32.** Якій з наведених величин відповідає вираз  $\frac{V^2}{a} \sqrt{\frac{m}{W_{\text{кін}}}}$ :

a. швидкості;

b. прискоренню;

c. довжині;

d. часу;

e. масі.

**33.** У якій з формул маса тіла виступає як міра гравітаційних властивостей тіла:

a.  $F = \gamma \frac{M \cdot m}{r^2}$ ;

b.  $\vec{F} = \frac{d(mv)}{dt}$ ;

c.  $P = mv$ ;

d.  $\vec{F} = m\vec{a}$ ;

e.  $F = \frac{mv^2}{R}$ .

**34.** Яка формула точно виражає зміну імпульсу матеріальної точки за час  $\Delta t$  під дією сили  $\vec{F}$ :

a.  $\Delta p = F \cdot \Delta t$ ;

b.  $\Delta \vec{p} = \frac{\vec{F}}{\Delta t}$ ;

c.  $\Delta p = \int_{t_1}^{t_2} F dt$ ;

d.  $\Delta \vec{p} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt$ .

**35.** Вкажіть формулу, що визначає положення центру мас механічної системи:

a.  $\frac{\sum_i m_i \vec{r}_i}{\sum_i m_i};$

b.  $\frac{\sum_i \vec{P}_i}{\sum_i m_i};$

c.  $\sum_i \vec{P}_i;$

d.  $\sum_i m_i \vec{r}_i;$

e.  $\sum_i m_i \vec{v}_i.$

**36.** Тіло знаходиться на чаші пружинних вагів у нерухомому ліфті. Якими стануть покази вагів, якщо ліфт рухатиметься вниз з прискоренням  $a$ , рівним прискоренню вільного падіння  $g$ :

a. показчик установиться на нуль;

b. збільшаться;

c. не зміняться;

d. зменшаться;

e. збільшаться або не зміняться.

**37.** Два тіла кинуті вертикально вгору з поверхні Землі. Яке з наведених тверджень про початкові швидкості правильне, якщо максимальна висота підйому другого тіла в 16 разів більша першого:

a. швидкість другого тіла в 16 разів більша;

b. швидкість другого тіла в 16 разів менша;

c. швидкість другого тіла в 4 рази більша;

d. швидкість другого тіла в 4 рази менша;

e. швидкості тіл однакові.

**38.** Циліндр, який рівномірно обертається навколо вертикальної осі з частотою 30 об/с, вільно падає з висоти 20 м. Скільки обертів він виконає за час падіння:

a. 60;

b. 50;

c. 40;

d. 30;

e. 20.

**39.** У ліфті на пружинних вагах знаходиться тіло масою  $m$ . Визначити покази вагів, коли прискорення ліфта  $a$  спрямоване вертикально вгору ( $m = 10$  кг,  $a = 2$  м/с<sup>2</sup>,  $g = 9,8$  м/с<sup>2</sup>):

- a. 118;      b. 78;      c. 98;      d. 0;      e. 25.

**40.** Тіло масою 1 кг, рухаючись під дією сили тяжіння протягом 2 секунд, отримує імпульс:

- a.  $2H \cdot c$ ;      b.  $1H \cdot c$ ;      c.  $20H \cdot c$ ;      d.  $0H \cdot c$ ;      e.  $5H \cdot c$ .

**41.** Тіло масою 2 кг, рухаючись під дією сили 3 Н впродовж однієї секунди, отримує імпульс:

- a.  $1,5H \cdot c$ ;      b.  $2H \cdot c$ ;      c.  $5H \cdot c$ ;      d.  $3H \cdot c$ ;      e.  $6H \cdot c$ .

**42.** Тіло масою 5 кг під дією деякої сили набуває прискорення 1 м/с<sup>2</sup>. Якого прискорення надає ця сила тілу масою 10 кг:

- a. 0,5 м/с<sup>2</sup>;      b. 1 м/с<sup>2</sup>;      c. 1,5 м/с<sup>2</sup>;  
d. 2,5 м/с<sup>2</sup>;      e. 5 м/с<sup>2</sup>.

**43.** Під дією постійної сили  $F = 10$  Н тіло рухається прямолинійно так, що залежність координати  $x$  від часу описується рівнянням  $x = At^2$ . Чому дорівнює маса тіла, якщо стала  $A = 2$  м/с<sup>2</sup>:

- a. 2,5 кг;      b. 2 кг;      c. 5 кг;      d. 8 кг;      e. 20 кг.

**44.** Щоб забезпечити підйом ракети масою 100 кг з прискоренням 5 м/с<sup>2</sup>, її двигун повинен розвивати силу тяги:

- a. 200 Н;      b. 500 Н;      c. 1000 Н;      d. 1500 Н.

**45.** Через 5 секунд після включення двигуна, що розвиває силу тяги 200 Н, космічний апарат масою 200 кг, що спочатку покоївся, пройде шлях:

- a. 100 м;      b. 25 м;      c. 50 м;      d. 12,5 м.

**46.** Через 5 секунд після включення двигуна, що розвиває силу тяги 200 Н, космічний апарат масою 200 кг, що спочатку покоївся, матиме швидкість:

- a. 25 м/с;      b. 5 м/с;      c. 20 м/с;      d. 15 м/с.

**47.** Шайба, пущена по поверхні льоду з початковою швидкістю 20 м/с, зупинилася через 40 с. Коефіцієнт тертя шайби об лід дорівнює:

- a. 0,05;      b. 5;      c. 0,5;      d. 0,1;      e. 0,01.

**48.** Брусок рухається по похилій площині з кутом нахилу  $\alpha = 30^\circ$ . Коефіцієнт тертя бруска об площину  $\mu = 0,2$  ( $g = 10 \text{ м/с}^2$ ). Прискорення бруска дорівнює:

- a.  $3,3 \text{ м/с}^2$ ;      b.  $3 \text{ м/с}^2$ ;      c.  $6,7 \text{ м/с}^2$ ;  
d.  $8 \text{ м/с}^2$ ;      e.  $1,73 \text{ м/с}^2$ .

**49.** Тіло масою 1000 кг рухається по колу з радіусом 75 м зі швидкістю 15 м/с. Сила, що діє на тіло, дорівнює:

- a. 300 Н;      b. 3000 Н;      c. 500 Н;  
d. 5000 Н;      e. 2750 Н.

**50.** Кулька масою 100 г впала на горизонтальну площадку, маючи у момент удару швидкість 10 м/с. Імпульс кульки дорівнює:

- a.  $1 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ ;      b.  $9,8 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ ;      c.  $0,1 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ ;  
d.  $19,8 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ ;      e.  $10 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ .

**51.** Дві сили  $F_1 = 3 \text{ Н}$  і  $F_2 = 4 \text{ Н}$  прикладені до однієї точки тіла. Кут між векторами  $\vec{F}_1$  і  $\vec{F}_2$  рівний  $\pi$ . Модуль рівнодійної цих сил:

- a. 5 Н;      b. 7 Н;      c. 1 Н;      d.  $\sqrt{5} \text{ Н}$ ;      e.  $\sqrt{7} \text{ Н}$ .

**52.** Дві сили  $F_1 = 5 \text{ Н}$  і  $F_2 = 12 \text{ Н}$  прикладені до однієї точки тіла. Кут між векторами  $\vec{F}_1$  і  $\vec{F}_2$  рівний  $90^\circ$ . Модуль рівнодійної цих сил:

- a. 15 Н;      b. 7 Н;      c. 17 Н;      d. 13 Н;      e. Н.

**53.** На тіло масою 2 кг діють дві сили –  $F_1 = 30 \text{ Н}$  і  $F_2 = 40 \text{ Н}$ . Знайти загальне прискорення тіла, якщо сили діють під кутом  $\pi/2$ :

- a.  $25 \text{ м/с}^2$ ;      b.  $50 \text{ м/с}^2$ ;      c.  $2,5 \text{ м/с}^2$ ;  
d.  $40 \text{ м/с}^2$ ;      e.  $5 \text{ м/с}^2$ .

**54.** Тіло масою  $1\text{ кг}$  кинули під кутом до горизонту з початковою швидкістю  $15\text{ м/с}$ . Через  $3\text{ с}$  воно впало на землю. Нехтуючи опором повітря, знайти модуль приросту імпульсу тіла за час польоту. Прискорення вільного падіння прийняти рівним  $10\text{ м/с}^2$ :

- a.  $50\text{ кг}\cdot\text{м/с}$ ;                      b.  $40\text{ кг}\cdot\text{м/с}$ ;                      c.  $30\text{ кг}\cdot\text{м/с}$ ;  
d.  $2\text{ кг}\cdot\text{м/с}$ ;                      e.  $0,1\text{ кг}\cdot\text{м/с}$ .

**55.** Залежність модуля швидкості частинки масою  $m$  від часу:  $V = at + bt^2$  ( $a$  і  $b$  – сталі величини). Чому дорівнює сила, що діє на частинку:

- a.  $ma$ ;                      b.  $m(a + bt)$ ;                      c.  $m(a + 2bt)$ ;  
d.  $m(at + bt^2)$ ;                      e.  $2mb$ .

**56.** Тіло масою  $m = 0,6\text{ кг}$  рухається так, що залежність координати тіла від часу описується рівнянням  $x = A \sin \omega t$ , де  $A = 5\text{ см}$ ,  $\omega = \pi, \text{с}^{-1}$ . Знайти силу, що діє на тіло у момент часу  $t = 1/6\text{ с}$ :

- a.  $14,8\text{ Н}$ ;                      b.  $-0,094\text{ Н}$ ;                      c.  $0,296\text{ Н}$ ;  
d.  $-0,148\text{ Н}$ ;                      e.  $-0,256\text{ Н}$ .

## 2.4. Сили. Гравітація і тертя

**1.** Існують наступні типи фундаментальних взаємодій (вказати всі правильні відповіді):

- a. гравітаційна;                      b. електрична;                      c. магнітна;  
d. електромагнітна;                      e. квантова;                      f. сильна;  
g. слабка.

**2.** Основну роль у завданнях класичної механіки відіграють наступні фундаментальні взаємодії (вказати всі правильні відповіді):

- a. електромагнітна;                      b. гравітаційна;                      c. пружна;  
d. сильна;                      e. непружна;                      f. слабка.

**3. Сили тертя спокою і ковзання обумовлені ... взаємодією між молекулами:**

- |                          |                             |
|--------------------------|-----------------------------|
| <i>a.</i> гравітаційною; | <i>b.</i> електромагнітною; |
| <i>c.</i> тепловою;      | <i>d.</i> механічною;       |
| <i>e.</i> пружною;       | <i>f.</i> слабкою.          |

**4. Сили пружності обумовлені ... взаємодією між молекулами:**

- |                          |                             |
|--------------------------|-----------------------------|
| <i>a.</i> гравітаційною; | <i>b.</i> пружною;          |
| <i>c.</i> тепловою;      | <i>d.</i> електромагнітною; |
| <i>e.</i> механічною;    | <i>f.</i> слабкою.          |

**5. У механіці розрізняють наступні види сил (вказати всі правильні відповіді):**

- a.* векторні і скалярні;
- b.* класичні, квантові і релятивістські;
- c.* стаціонарні і нестаціонарні;
- d.* потенційні і кінетичні;
- e.* центральні і нецентральні;
- f.* консервативні і неконсервативні.

**6. Сила гравітаційної взаємодії описується співвідношенням:**

|                                                                                         |                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <i>a.</i> $\vec{F} = \gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \cdot \frac{\vec{r}}{r^2};$ | <i>b.</i> $F = mg;$                                     |
| <i>c.</i> $\vec{F} = -\gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r};$        | <i>d.</i> $\vec{F} = \gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}.$ |

**7. Гравітаційні сили (вказати всі правильні відповіді):**

- a.* центральні;
- b.* є консервативними;
- c.* можуть бути силами тяжіння і відштовхування;
- d.* можуть бути тільки силами тяжіння.

**8. Сила тяжіння – це сила:**

- a.* гравітаційної взаємодії між тілом і Землею;

- b. з якою тіло діє на опору або підвіс;
- c. з якою опора або підвіс діє на тіло;
- d. гравітаційної взаємодії двох тіл.

**9.** Сила тяжіння пов'язана з масою тіла і параметрами гравітаційної взаємодії співвідношенням:

- a.  $F_m = mg$ ;
- b.  $F_m = \gamma m$ ;
- c.  $F_m = mgh$ ;
- d.  $F_m = \gamma \frac{m}{R}$ .

**10.** Вага тіла – це сила:

- a. з якою тіло діє на опору або підвіс;
- b. гравітаційної взаємодії між тілом і Землею;
- c. з якою опора або підвіс діє на тіло;
- d. з якою взаємодіють два тіла.

**11.** Вага тіла, що покоїться відносно Землі:

- a. у два рази більше сили тяжіння;
- b. дорівнює силі тяжіння;
- c. у два рази менше сили тяжіння;
- d. дорівнює силі тяжіння за величиною і протилежна за напрямом.

**12.** Вага тіла, нерухомого відносно Землі, і сила тяжіння (вказати всі правильні відповіді):

- a. прикладені до одного тіла і врівноважують один одного;
- b. прикладені до різних тіл;
- c. однакові за величиною і напрямом;
- d. відрізняються напрямом.

**13.** Закон всесвітнього тяжіння був встановлений:

- a. Коперником;
- b. Кеплером;
- c. Ейнштейном;
- d. Ньютоном;
- e. Архімедом;
- f. Птолемеєм.

**14.** Який вираз відповідає вектору сили тяжіння:

- a.  $m\vec{a}$ ; b.  $mg$ ; c.  $m\vec{g}$ ; d.  $-mgh$ ; e.  $-k\vec{x}$ .

**15.** При віддаленні тіла від поверхні Землі на відстань  $2R$  його сила тяжіння зменшиться в ... раз:

- a. 12;      b. 9;      c. 6;      d. 5;      e. 0,5.

**16.** На якій відстані від поверхні Землі сила гравітаційного тяжіння, що діє на тіло, в 2 рази менша, ніж у поверхні Землі:

- a.  $0,41R$ ;      b.  $R$ ;      c.  $2R$ ;      d.  $2,5R$ ;      e.  $10R$ .

**17.** Прискорення вільного падіння для тіл, що знаходяться над Землею на висоті  $h \ll R$ , виражається формулою:

a.  $g = g_0 \cdot \frac{h}{R}$ ;      b.  $g = \frac{g_0}{(1+h)^2}$ ;

c.  $g = \frac{g_0}{\left(1 + \frac{2h}{R}\right)^2}$ ;      d.  $g \approx \frac{g_0}{1 + \frac{2h}{R}}$ ;

e.  $g = \frac{g_0 R}{R + h}$ .

**18.** На яку висоту може піднятися ракета, пущена вертикально вгору з поверхні Землі з початковою швидкістю, рівною першій космічній:

- a.  $0,5R$ ;      b.  $0,7R$ ;      c.  $R$ ;      d.  $1,5R$ ;      e.  $2R$ .

**19.** За своєю природою розрізняють наступні сили опору руху тіла в газі і рідині (вказати усі правильні відповіді):

- a. в'язке тертя;  
b. тертя ковзання;  
c. тертя кочення;  
d. тертя спокою;  
e. сили опору середовища.

**20.** Розрізняють зовнішні сили тертя (вказати усі правильні відповіді):

- a. в'язке тертя;
- b. сили опору середовища;
- c. сили тертя ковзання;
- d. сили тертя кочення.

**21.** Сила тертя спокою на горизонтальній площині рівна:

- a. проєкції прикладеної сили  $F$  на площину;
- b. силі реакції опори  $N$ ;
- c. силі реакції опори, помноженій на коефіцієнт тертя;
- d. нулю.

**22.** Коефіцієнт тертя ковзання – це відношення:

- a. максимальної сили тертя спокою до сили реакції опори;
- b. сили тертя ковзання до проєкції прикладеної сили на площину ковзання;

- c. сили тертя спокою до сили реакції опори;
- d. сили тертя спокою до прикладеної сили.

**23.** Коефіцієнт тертя  $\mu$ :

- a. залежить від речовини, з якої виготовлене тіло, і може набувати будь-якого значення;

b. є величина постійна, що залежить тільки від кута похилої площини;

- c. це фундаментальна константа;

d. залежить від речовини, з якої виготовлено тіло, і не перевищує 1;

- e.  $\mu = 1$ .

**24.** Сила тертя ковзання визначається за формулою:

a.  $F = mg$ ;                      b.  $F = k \frac{q^2}{r^2}$ ;                      c.  $F = \mu N$ ;

d.  $F = -kr$ ;                      e.  $F = ma$ .

**25.** Коефіцієнт тертя ... вимірюється в одиницях довжини (м):

- а. спокою;                      б. ковзання;                      с. в'язкого;  
д. кочення;                      е. опору середовища.

**26.** Гравітаційна стала дорівнює  $6,67 \cdot 10^{-11} (\text{Н} \cdot \text{м}^2)/\text{кг}^2$ . Сила тяжіння між двома тілами масою 3 кг, що знаходяться на відстані 1 м один від одного, дорівнює:

- а.  $2,22 \cdot 10^{-11} \text{ Н}$ ;                      б.  $2 \cdot 10^{-10} \text{ Н}$ ;  
с.  $4 \cdot 10^{-10} \text{ Н}$ ;                      д.  $6 \cdot 10^{-10} \text{ Н}$ .

**27.** Сила тяжіння, що діє з боку Землі на автомобіль масою 1 т, який стоїть на її поверхні, дорівнює:

- а. 0 Н;                      б.  $10^2 \text{ Н}$ ;                      с.  $10^4 \text{ Н}$ ;                      д.  $10^3 \text{ Н}$ .

**28.** Акробат на мотоциклі описує "мертву петлю" радіусом 4 м. Найменша його швидкість у верхній точці петлі складе:

- а. 6,3 м/с;                      б. 4,9 м/с;                      с. 10 м/с;  
д. 2,5 м/с;                      е. 0 м/с.

**29.** З яким прискоренням треба опускати тіло біля поверхні Землі, щоб воно перебувало в стані невагомості:

- а.  $6,3 \text{ м/с}^2$ ;                      б.  $4,9 \text{ м/с}^2$ ;                      с.  $10,2 \text{ м/с}^2$ ;  
д.  $9,8 \text{ м/с}^2$ ;                      е.  $0 \text{ м/с}^2$ .

**30.** Штучний супутник Землі має колову орбіту заввишки 220 км. Радіус Землі 6400 км, прискорення вільного падіння на поверхні Землі  $9,8 \text{ м/с}^2$ . Швидкість обертання супутника складе (приблизно):

- а. 7,8 км/с;                      б. 8,3 км/с;                      с. 6,5 км/с;  
д. 7,3 км/с;                      е. 8,5 км/с.

**31.** Швидкість обертання штучного супутника Землі по коловій орбіті на висоті  $2R$  складе (приблизно):

- а. 7,8 км/с;                      б. 5,2 км/с;                      с. 4,6 км/с;  
д. 4,0 км/с;                      е. 3,8 км/с.

**32.** Штучний супутник Землі має колову орбіту заввишки 220 км. Період його обертання складе (приблизно):

- a. 3,0 год;                      b. 2,5 год;                      c. 2,2 год;  
d. 1,5 год;                      e. 1,0 год.

**33.** Штучний супутник Землі рухається по коловій орбіті в площині екватора по геостационарній орбіті (нерухомий відносно Землі). На якій висоті знаходиться супутник (тис. км):

- a. 4,5;                      b. 14;                      c. 18;                      d. 20;                      e. 36.

**34.** При якій тривалості доби на Землі вага тіла на екваторі дорівнювала б нулю? Радіус Землі 6400 км, прискорення вільного падіння на поверхні Землі  $9,8 \text{ м/с}^2$ :

- a. 10 год;                      b. 2,5 год;                      c. 2,2 год;  
d. 0,5 год;                      e. 1,0 год.

**35.** Радіус Марса 3400 км, прискорення вільного падіння на поверхні  $3,6 \text{ м/с}^2$ . Перша космічна швидкість для Марса складе (приблизно):

- a. 2,8 км/с;                      b. 3,5 км/с;                      c. 4,5 км/с;  
d. 5,0 км/с;                      e. 6,5 км/с.

**36.** Радіус Місяця 1760 км, прискорення вільного падіння на поверхні  $1,7 \text{ м/с}^2$ . Перша космічна швидкість для Місяця складе (приблизно):

- a. 2,8 км/с;                      b. 3,1 км/с;                      c. 0,7 км/с;  
d. 1,7 км/с;                      e. 4,3 км/с.

**37.** Бігун масою 70 кг розвиває на старті силу тяги 1000 Н. При цьому на нього діє сила тертя:

- a. 1000 Н;                      b. 0 Н;                      c. 700 Н;  
d. 70 Н;                      e. 140 Н.

**38.** На людину масою 80 кг, що стоїть на похилій дорозі з кутом  $30^\circ$ , діє сила тертя:

- a. 0 Н;                      b.  $\sqrt{800}$  Н;                      c. 400 Н;  
d. 80 Н;                      e. 40 Н.

**39.** По похилій площині з кутом нахилу  $\alpha$  зісковзує зі сталою швидкістю  $v$  тіло. Коефіцієнт тертя  $\mu$  дорівнює:

- a. 0;                      b.  $\operatorname{tg} \alpha$ ;                      c.  $\operatorname{tg} \alpha - v^2/g$ ;  
d.  $\sqrt{3}/2$ ;                      e. 1.

**40.** На підлозі ліфта, що рухається вертикально вниз з прискоренням  $\vec{a}$ , лежить брусок. Яку силу потрібно прикласти до бруска в горизонтальному напрямі, щоб зрушити його з місця? Коефіцієнт тертя бруска об підлогу  $\mu$ :

- a.  $F = \mu mg$ ;                      b.  $F = mg$ ;                      c.  $F > \mu m(g - a)$ ;  
d.  $F < \mu m(g - a)$ ;                      e. 10 Н.

## 2.5 Сила пружності. Деформація тіла

**1.** Деформація твердого тіла завжди супроводжується зміною (вказати всі правильні відповіді):

- a. положення його елементів один відносно одного;  
b. його форми;  
c. його об'єму;  
d. положення його елементів у просторі.

**2.** Деформація твердого тіла може бути відсутньою при зміні:

- a. положення його елементів один відносно одного;  
b. його форми;  
c. положення його елементів у просторі;  
d. його об'єму.

**3.** Формула, що описує закон Гука, виглядає таким чином:

- a.  $F = ma$ ;                      b.  $F = k\Delta x$ ;                      c.  $F = k \frac{\Delta x^2}{2}$ ;  
d.  $F = mgh$ ;                      e.  $F = \mu N$ .

**4. Відносна зміна довжини тіла – це:**

- a. зміна довжини одного тіла відносно іншого;
- b. просто зміна довжини тіла;
- c. відношення довжини деформованого тіла до його довжини в недеформованому стані;
- d. відношення абсолютної зміни довжини до довжини недеформованого тіла.

**5. Нормальна напруга – це:**

- a. відношення сили, що діє на тіло, до площі паралельної їй поверхні, по якій розподілена ця сила;
- b. відношення сили, що діє на тіло, до площі перпендикулярної їй поверхні, по якій розподілена ця сила;
- c. напруга, при якій настає руйнування тіла;
- d. сила, прикладена перпендикулярно до поверхні тіла.

**6. Нормальна напруга вимірюється у:**

- a. ньютонів, Н;
- b. ньютон-метрів квадратних,  $\text{Н} \cdot \text{м}^2$ ;
- c. метрах квадратних на ньютон,  $\text{м}^2/\text{Н}$ ;
- d. ньютонів на метр квадратний,  $\text{Н}/\text{м}^2$ .

**7. Тангенціальна напруга – це:**

- a. відношення сили, що діє на тіло, до площі паралельної їй поверхні, по якій розподілена ця сила;
- b. відношення сили, що діє на тіло, до площі перпендикулярної їй поверхні, по якій розподілена ця сила;
- c. сила, що повідомляє тілу тангенціальне прискорення;
- d. сила, прикладена уздовж поверхні тіла.

**8. Тангенціальна напруга вимірюється у:**

- a. ньютонів на метр квадратний,  $\text{Н}/\text{м}^2$ ;
- b. ньютонів, Н;
- c. ньютонів, помножених на метр квадратний,  $\text{Н} \cdot \text{м}^2$ ;
- d. метрах квадратних на ньютон,  $\text{м}^2/\text{Н}$ .

**9. Модуль Юнга – це коефіцієнт пропорційності між:**

*a.* тангенціальною напругою і тангенсом кута деформації зсуву тіла;

*b.* прикладеною силою і деформацією тіла;

*c.* прикладеною силою і напругою;

*d.* нормальною напругою і відносною деформацією тіла.

**10. Модуль Юнга вимірюється в:**

*a.* паскалях на метр квадратний, Па/м<sup>2</sup>;

*b.* ньютонів, Н;

*c.* ньютон-метрах квадратних, Н·м<sup>2</sup>;

*d.* паскалях, Па.

**11. Модуль Юнга залежить від (вказати всі правильні відповіді):**

*a.* прикладеної сили;

*b.* форми тіла;

*c.* об'єму тіла;

*d.* природи тіла;

*e.* параметрів стану тіла (температура, тиск).

**12. Характеристикою деформації зсуву є:**

*a.* відносна деформація;

*b.* тангенціальна напруга;

*c.* модуль зсуву;

*d.* тангенс кута зсуву.

**13. Модуль зсуву – це коефіцієнт пропорційності між:**

*a.* нормальною напругою і відносною деформацією тіла;

*b.* тангенціальною напругою і тангенсом кута зсуву;

*c.* прикладеною силою і тангенсом кута зсуву;

*d.* прикладеною силою і тангенціальною напругою.

**14. Модуль зсуву залежить від (вказати всі правильні відповіді):**

*a.* прикладеної сили;

*b.* форми тіла;

*c.* об'єму тіла;

*d.* природи тіла;

*e.* параметрів стану тіла (температура, тиск).

**15.** Якому з наведених виразів відповідає одиниця виміру коефіцієнта жорсткості, виражена через основні одиниці СІ:

a.  $\text{кг} \cdot \text{с}^2$ ;

b.  $\frac{\text{кг}}{\text{с}^2}$ ;

c.  $\frac{\text{с}^2}{\text{кг}}$ ;

d.  $\text{кг} \cdot \text{с}$ ;

e.  $\frac{\text{с} \cdot \text{м}}{\text{кг}}$ .

**16.** Під дією сили  $10 \text{ Н}$  пружина жорсткістю  $200 \text{ Н/м}$  скоротиться на:

a.  $10 \text{ см}$ ;

b.  $20 \text{ см}$ ;

c.  $5 \text{ см}$ ;

d.  $2 \text{ см}$ .

**17.** При підвішуванні вантажу дріт подовжився на  $8 \text{ см}$ . Яким буде при підвішуванні того ж вантажу подовження дроту з того ж матеріалу, але в  $2$  рази меншої довжини і в  $2$  рази меншого радіуса поперечного перерізу:

a.  $16 \text{ см}$ ;

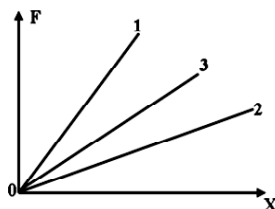
b.  $8 \text{ см}$ ;

c.  $2 \text{ см}$ ;

d.  $4 \text{ см}$ ;

e.  $1 \text{ см}$ .

**18.** На рисунку зображено графік залежності сили пружності від абсолютного подовження для трьох пружин різної жорсткості. В якому з наведених співвідношень знаходяться між собою жорсткості цих пружин:



a.  $k_1 > k_2 > k_3$ ;

b.  $k_1 < k_2 < k_3$ ;

c.  $k_1 > k_3 > k_2$ ;

d.  $k_1 < k_3 < k_2$ ;

e.  $k_1 = k_2 = k_3$ .

**19.** До металевого стержня з площею перерізу  $1 \text{ см}^2$  прикладена розтягуюча сила  $10^4 \text{ Н}$ . Модуль Юнга матеріалу стержня складає  $5 \cdot 10^{10} \text{ Н/м}^2$ . Відносне подовження стержня складе:

a.  $0,5 \%$ ;

b.  $0,2 \%$ ;

c.  $5 \text{ мм}$ ;

d.  $2 \text{ мм}$ .

**20.** Нормальна напруга, що створюється силою  $20 \text{ Н}$ , прикладеною перпендикулярно поверхні площею  $5 \text{ см}^2$ , рівна:

a.  $10^2 \text{ Н/м}$ ;

b.  $4 \text{ Н/м}$ ;

c.  $4 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$ ;

d.  $100 \text{ Н/м}$ .

**21.** На гумову прокладку завтовшки 2 см діє тангенціальна напруга  $5 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$ . Модуль зсуву гуми –  $2,5 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$ . При цьому зміщення площин прокладки складає:

- a. 1,2 мм;      b. 0,4 мм;      c. 1 мм;      d. 2 мм.

**22.** Крива деформації (вказати всі правильні відповіді):

- a. показує залежність напруги від деформації твердого тіла;  
b. показує залежність деформації від часу вантаження;  
c. завжди описується законом Гука;  
d. може описуватися законом Гука на деякій ділянці.

**23.** На кривій деформації немає області:

- a. плинності;      b. зміцнення;  
c. пружності;      d. руйнування.

**24.** Межа плинності – це напруга, при якій:

- a. закінчується стадія пружної деформації;  
b. починається пластична деформація;  
c. закінчується пластична деформація;  
d. відбувається руйнування твердого тіла.

**25.** При пружній деформації (вказати всі правильні відповіді):

- a. на кривій деформації спостерігається гістерезис;  
b. на кривій деформації не спостерігається гістерезису;  
c. після зняття напруги деформація повертається до нульового значення;  
d. після зняття напруги деформація не повертається до нульового значення;  
e. залежність деформації від напруги відтворюється при повторних вимірюваннях;  
f. залежність деформації від напруги не відтворюється при повторних вимірюваннях.

**26.** За ступенем оборотності розрізняють наступні види деформації (вказати всі правильні відповіді):

- a. пружна;      b. пластична;      c. однорідна;  
d. неоднорідна;      e. розтягування;      f. зсуву.

**27.** За геометрією і розподілом зміщень у просторі розрізняють наступні види деформації (вказати всі **НЕ**правильні відповіді):

- a.* пружна;                      *b.* пластична;
- c.* однорідна;                *d.* неоднорідна;
- e.* розтягування;        *f.* зсуву;
- g.* кручення;              *h.* вигину.

**28.** Елементарними видами деформації є деформації (вказати всі правильні відповіді):

- a.* вигину;                      *b.* зсуву;
- c.* кручення;                *d.* розтягування.

**29.** Деформацію кручення можна класифікувати як:

- a.* неоднорідну деформацію зсуву;
- b.* неоднорідну деформацію розтягування/стискування;
- c.* однорідну деформацію зсуву;
- d.* однорідну деформацію розтягування/стискування.

**30.** Коефіцієнт Пуассона визначається:

- a.* відношенням поперечної і подовжньої деформацій;
- b.* залежністю між нормальною напругою і відносною деформацією;
- c.* відношенням нормальної і зсувної напруги;
- d.* залежністю між нормальною напругою і деформацією зсуву.

**31.** Дві пружини жорсткістю  $k_1 = 3 \text{ кН/м}$  і  $k_1 = 8 \text{ кН/м}$  з'єднані послідовно і розтягнуті. Друга пружина розтягнута на  $\Delta x_2 = 1,5 \text{ см}$ . Наскільки розтягнута перша пружина?

- a.*  $\Delta x_1 = 3 \text{ см}$ ;                      *b.*  $\Delta x_1 = 4 \text{ см}$ ;
- c.*  $\Delta x_1 = 5 \text{ см}$ ;                      *d.*  $\Delta x_1 = 5,5 \text{ см}$ ;
- e.*  $\Delta x_1 = 6 \text{ см}$ .

32. Дві пружини жорсткістю  $k_1 = 4 \text{ кН/м}$  і  $k_2 = 6 \text{ кН/м}$  з'єднані послідовно. Якою стала жорсткість системи пружин?

- a. 2,4 кН/м;      b. 4 кН/м;      c. 10 кН/м;  
d. 6 кН/м;      e. 5 кН/м.

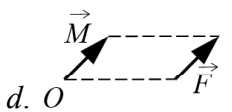
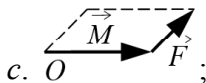
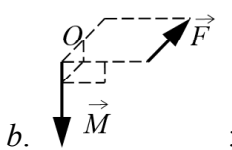
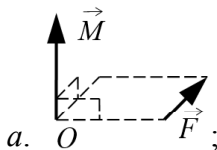
## 2.6 Динаміка обертального руху

1. Рівняння динаміки обертального руху відносно нерухомої осі описується формулою:

a.  $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ ;      b.  $a_n = \frac{v^2}{R}$ ;      c.  $\vec{F} = m\vec{g}$ ;

d.  $\sum \vec{M} = J\vec{\beta}$ ;      e.  $a_\tau = \beta R$ .

2. На якому рисунку правильно вказаний напрямок моменту сили  $\vec{F}$  відносно точки  $O$ :



3. Яка формула **НЕ** виражає основний закон динаміки обертального руху твердого тіла:

a.  $\sum \vec{M}_i = \frac{d\vec{L}}{dt}$ ;

b.  $M_z = J_z \epsilon$ ;

c.  $\vec{L} = \frac{d}{dt} \left( \sum \vec{M}_i \right)$ ;

d.  $M_z = J_z \frac{d\omega}{dt}$ .

4. Яка формула точно виражає основний закон динаміки обертального руху твердого тіла:

a.  $\sum \vec{M}_i = \frac{d\vec{p}}{dt};$

b.  $\sum \vec{M}_i = \frac{d\vec{L}}{dt};$

c.  $\vec{L} = \frac{d}{dt} \left( \sum \vec{M}_i \right);$

d.  $M_z = J_z \frac{d\varepsilon}{dt}.$

5. Яка формула точно визначає зміну кутової швидкості обертання тіла навколо осі  $z$  під дією змінної сили? Момент цієї сили відносно деякої точки осі  $z$  дорівнює  $\vec{M}$ :

a.  $\Delta\omega = M_z \Delta t;$

b.  $\Delta\omega = \frac{M_z \Delta t}{J_z};$

c.  $\Delta\omega = \int_{t_1}^{t_2} \vec{M} dt;$

d.  $\Delta\omega = \frac{1}{J_z} \int_{t_1}^{t_2} M_z dt.$

6. Момент сили відносно осі обертання – це:

a. векторний добуток сили на радіус-вектор точки її прикладення;

b. скалярна величина, аналог сили в рівнянні динаміки обертального руху;

c. похідна від сили за часом;

d. сила, що ділиться на радіус обертання.

7. Момент сили відносно точки визначається виразом:

a.  $\vec{M} = [\vec{R}, \vec{F}];$

b.  $\vec{M} = J\vec{\beta};$

c.  $M = \frac{v^2}{R};$

d.  $M_z = \vec{\varepsilon} \times \vec{R}.$

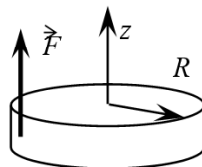
8. Чому дорівнює момент вертикальної сили  $\vec{F}$  відносно вертикальної осі  $z$  (див. рис.)?

a.  $M_z = 0$ ;

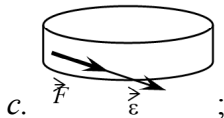
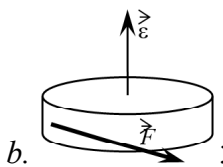
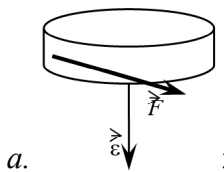
b.  $M_z = F \cdot R$ ;

c.  $M_z = \vec{F} \cdot \vec{R}$ ;

d.  $M_z = [\vec{F} \times \vec{R}]$ .



9. До ободу диска, що може обертатись відносно геометричної осі, прикладена дотична сила  $\vec{F}$ . Як буде спрямоване кутове прискорення диска?



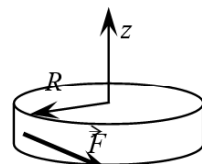
10. Момент горизонтальної дотичної сили  $\vec{F}$  відносно вертикальної осі  $z$  (див. рис.) дорівнює:

a.  $M_z = 0$ ;

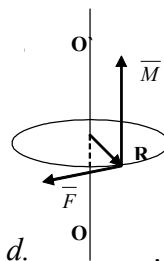
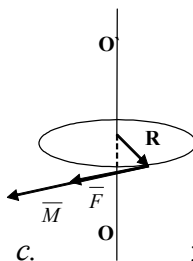
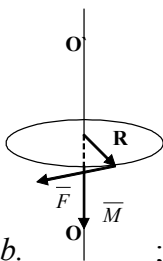
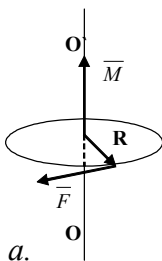
b.  $M_z = F \cdot R$ ;

c.  $M_z = \vec{F} \cdot \vec{R}$ ;

d.  $M_z = [\vec{F} \times \vec{R}]$ .



11. На якому з рисунків вірно вказано напрям моменту сили  $F$  відносно осі  $OO'$ :



**12. Вільні осі – це:**

- a. осі обертання, які не закріплені;
- b. осі обертання, що збігаються за напрямом з осями координат;
- c. осі, в точках кріплення яких при обертанні сили не діють;
- d. осі обертання, перпендикулярні один до одного і вектора прикладеної сили.

**13. Момент інерції матеріальної точки – це:**

- a. векторна величина, що чисельно дорівнює першій похідній кута повороту по часу;
- b. векторна величина, що чисельно дорівнює добутку маси матеріальної точки на її швидкість у даний момент часу;
- c. скалярна фізична величина, що чисельно дорівнює добутку маси матеріальної точки на квадрат відстані від неї до осі обертання;
- d. скалярна фізична величина, що чисельно дорівнює скалярному добутку сили, що діє на тіло, на шлях, що пройшло тіло під дією цієї сили.

**14. Аналогом маси в рівнянні динаміки обертального руху є:**

- a. момент інерції;
- b. момент обертання;
- c. кутовий момент;
- d. момент руху;
- e. момент маси.

**15. Тензор інерції – це сукупність:**

- a. коефіцієнтів, що зв'язують компоненти векторів кутового прискорення і моменту сили;
- b. моментів інерції тіла відносно координатних осей;
- c. коефіцієнтів, що характеризують співвідношення моментів інерції тіла відносно осей обертання;
- d. моментів інерції тіла відносно вільних осей.

**16.** Момент інерції абсолютно твердого тіла відносно нерухомої осі обертання залежить від (указати всі правильні відповіді):

- a. орієнтації осей координат по відношенню до цієї осі;
- b. кутового прискорення;
- c. розподілу маси по об'єму тіла;
- d. моменту прикладеної сили.

**17.** Момент інерції матеріальної точки відносно фіксованої осі обертання визначається виразом:

- a.  $\int R^2 dm$ ;
- b.  $\int mR^2 dR$ ;
- c.  $mR^2$ ;
- d.  $M_z = \varepsilon R$ .

**18.** Щоб знайти момент інерції твердого тіла відносно фіксованої осі обертання, необхідно:

- a. помножити масу тіла на відстань від осі обертання до центру мас;
- b. помножити масу тіла на квадрат відстані від осі обертання до центру мас;
- c. розбити тіло на малі частини, перемножити їх маси і відстані до осі обертання і скласти ці величини;
- d. розбити тіло на малі частини, порахувати їх моменти інерції і скласти їх.

**19.** Теорему Штейнера можна сформулювати таким чином:

- a. момент сили, прикладеної до тіла, дорівнює похідній за часом з добутку моменту інерції на кутову швидкість;
- b. момент сили дорівнює добутку сили на плече сили;
- c. момент інерції відносно довільної осі дорівнює сумі моменту інерції відносно осі, паралельної даній і такої, що проходить через центр мас тіла, і добутку маси тіла на квадрат відстані між осями;

d. шляхом перетворення системи координат можна отримати тензор моменту інерції діагонального виду.

**20.** Теорема Штейнера описується формулою:

a.  $J = J_c + mR^2$ ;                      b.  $\vec{M} = [\vec{r}, \vec{F}]$ ;

c.  $\vec{M} = d(J\vec{\omega})/dt$ ;                      d.  $J_z = \vec{M}/\vec{\epsilon}$ .

**21.** Момент інерції однорідного диска радіусу  $R$  і маси  $m$  відносно його осі симетрії визначається виразом:

a.  $mR^2$ ;              b.  $\frac{1}{2}mR^2$ ;              c.  $2mR^2$ ;              d.  $\frac{1}{3}mR^2$ .

**22.** Момент інерції тонкого однорідного кільця масою  $m$  і радіусом  $R$  відносно його геометричної осі дорівнює:

a.  $mR^2$ ;              b.  $\frac{1}{2}mR^2$ ;              c.  $\frac{2}{5}mR^2$ ;              d.  $\frac{1}{3}mR^2$ .

**23.** Момент інерції стержня довжини  $\ell$  і маси  $m$  відносно осі, що проходить через його кінець перпендикулярно стержню, визначається виразом:

a.  $ml^2$ ;              b.  $\frac{1}{2}ml^2$ ;              c.  $\frac{ml^2}{12}$ ;              d.  $\frac{1}{3}ml^2$ .

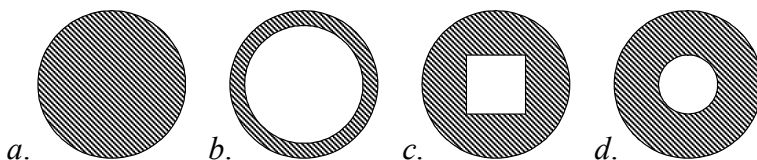
**24.** Момент інерції тонкостінного циліндра радіуса  $R$  і маси  $m$  відносно осі симетрії визначається виразом:

a.  $mR^2$ ;              b.  $\frac{1}{2}mR^2$ ;              c.  $\frac{2}{5}mR^2$ ;              d.  $\frac{1}{3}mR^2$ .

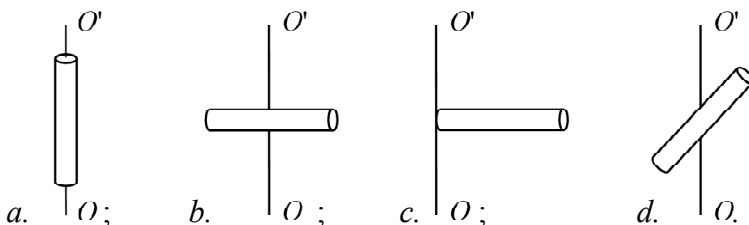
**25.** Момент інерції тонкостінного циліндра радіуса  $R$  і маси  $m$  відносно осі, що проходить через його бічну поверхню паралельно його осі симетрії, дорівнює:

a.  $mR^2$ ;              b.  $\frac{1}{2}mR^2$ ;              c.  $2mR^2$ ;              d.  $\frac{3}{2}mR^2$ .

**26.** В якого з циліндричних тіл однакової маси і радіуса момент інерції відносно геометричної осі буде найбільшим?



**27.** В якому випадку момент інерції стержня відносно осі  $OO'$  на рисунках буде максимальним?



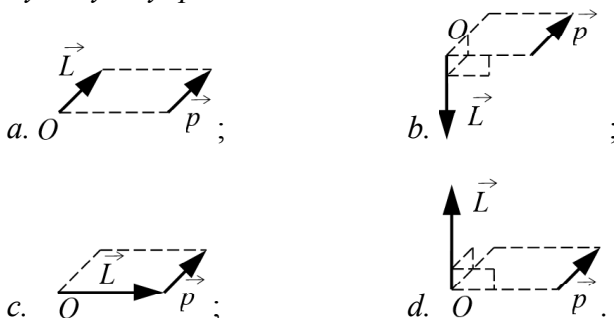
**28.** Чому дорівнює момент інерції однорідної кулі масою  $m$  і радіусом  $R$  відносно осі, дотичної до її поверхні?

- |                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| a. $mR^2$ ;            | b. $\frac{5}{2}mR^2$ ; |
| c. $\frac{2}{5}mR^2$ ; | d. $\frac{7}{5}mR^2$ . |

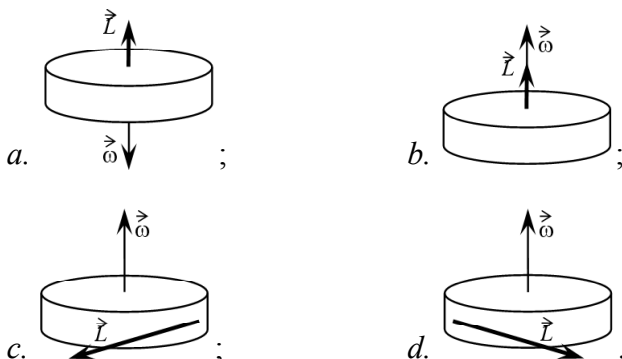
**29.** Однорідний циліндр радіусом  $R$  і масою  $m$  обертається навколо своєї геометричної осі, яка залишається нерухомою, так що швидкість точок на твірній циліндра дорівнює  $v$ . Як виражається величина імпульсу циліндра?

- |               |                       |
|---------------|-----------------------|
| a. $p = mv$ ; | b. $\frac{mv^2}{2}$ ; |
| c. $p = 0$ ;  | d. $p = mvR$ .        |

**30.** На якому рисунку правильно вказаний напрямок моменту імпульсу  $\vec{L}$  відносно точки  $O$ ?



**31.** На якому рисунку правильно вказаний напрямок моменту імпульсу циліндра відносно осі симетрії ( $\vec{\omega}$  – кутова швидкість його обертання)?



**32.** Гіроскоп – це:

- прилад для визначення швидкості об'єкта, що рухається;
- масивне тіло, що рухається з великою швидкістю навколо осі, відносно якої воно має максимальний момент інерції;
- прилад для визначення орієнтації об'єкта, що рухається;
- масивне тіло, що обертається з великою швидкістю навколо своєї осі симетрії.

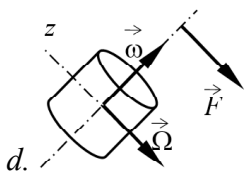
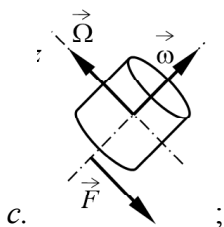
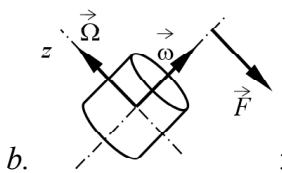
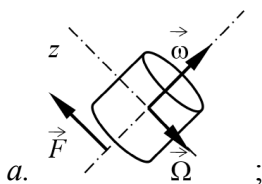
**33.** *Гіроскопи використовують для (вказати всі правильні відповіді):*

- a.* створення гірокомпасів;
- b.* вимірювання прискорень;
- c.* вимірювання швидкостей;
- d.* вимірювання сил.

**34.** *Прецесія гіроскопа – це:*

- a.* повільне обертання осі гіроскопа навколо іншої осі;
- b.* характеристика його механічних властивостей;
- c.* прагнення гіроскопа зберегти орієнтацію своєї осі обертання;
- d.* характеристика його динамічних властивостей.

**35.** *На рисунках гіроскоп обертається з кутовою швидкістю  $\vec{\omega}$  навколо осі, що в свою чергу може обертатись навколо осі  $z$ . На якому з рисунків вірно вказаний вектор  $\vec{\Omega}$  кутової швидкості прецесії гіроскопа під дією сили  $\vec{F}$ , прикладеної до осі обертання?*





**41.** Вираз  $\frac{r \cdot m \cdot V}{\omega}$  відповідає:

- a. кутовій швидкості;
- b. кутовому прискоренню;
- c. моменту сили;
- d. моменту інерції;
- e. масі;
- f. силі.

**42.** Вираз  $\frac{d(J\omega)}{dt}$  відповідає:

- a. кутовій швидкості;
- b. кутовому прискоренню;
- c. моменту сили;
- d. моменту інерції;
- e. масі;
- f. силі.

**43.** При розгоні велосипедиста масою 80 кг сила тертя між колесом радіусом 40 см і дорогою складає 600 Н. При цьому момент сили, що діє на колесо велосипеда, дорівнює:

- a. 1200 Н·м;
- b. 240 Н·м;
- c. 180 Н·м;
- d. 300 Н·м.

**44.** Момент сили, що діє на колесо радіусом 50 см нерухомого візка масою 100 кг, дорівнює:

- a. 20 Н·м;
- b. 200 Н·м;
- c. 50 Н·м;
- d. 0 Н·м;
- e. 5 кН·м.

**45.** Момент інерції моделі літака масою один кілограм, що обертається на корді довжиною 5 м, відносно осі обертання дорівнює:

- a. 5 кг·м;
- b. 25 кг·м<sup>2</sup>;
- c. 0,2 кг/м;
- d. 50 Н·м.

**46.** Момент інерції автомобіля масою 1000 кг при русі зі швидкістю 36 км/год по прямолінійній ділянці дороги дорівнює:

- a. не визначений;
- b. 1000 кг·м<sup>2</sup>;
- c. 10<sup>4</sup> кг·м<sup>2</sup>;
- d. 980 Н·м.

**47.** Циліндр масою 10 кг і радіусом 20 см обертається навколо осі симетрії. Рівняння обертання циліндра має

вигляд:  $\varphi = A + Bt^2 + Ct^3$  ( $A = 2$  рад,  $B = 4 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}$ ,  $C = -1 \frac{\text{рад}}{\text{с}^3}$ ).

Визначити закон зміни моменту сил, що діє на циліндр.

- a.  $8 - 6t$ ;                      b.  $1,6 - 1,2t$ ;                      c.  $16 + 0,2t$ ;  
d.  $2,6 - 1,4t$ ;                      e.  $-8t$ .

**48.** Момент інерції стержня відносно осі, що проходить перпендикулярно стержню через його центр, має величину  $5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ . Момент інерції стержня відносно осі, що проходить перпендикулярно стержню через його кінець, дорівнює:

- a.  $10 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ;                      b.  $2,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ;  
c.  $20 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ;                      d.  $12,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$ .

## 2.7 Енергія. Закони збереження

**1.** Механічна система називається замкнутою, якщо:

- a. у ній діють тільки внутрішні сили;  
b. на її елементи не діють ніякі сили;  
c. на неї діють тільки зовнішні сили;  
d. у ній діють тільки внутрішні консервативні сили.

**2.** Інтеграли руху – це:

- a. інтеграли від координат та імпульсів за часом руху;  
b. залежності координат і швидкостей від часу;  
c. інтеграли від енергії, імпульсу і моменту імпульсу за ча-

сом руху;

- d. функції координат і швидкостей, які зберігаються з часом.

**3.** Найбільший інтерес у класичній механіці становлять наступні інтеграли руху (вказати всі правильні відповіді):

- a. енергія;                      b. шлях;                      c. переміщення;  
d. швидкість;                      e. прискорення;                      f. імпульс;  
g. момент імпульсу.

**4.** В основі закону збереження енергії лежить властивість:

- a. однорідності простору;  
b. ізотропності простору;

- с. однорідності часу;*
- д. постійності швидкості світла.*

**5.** *В основі закону збереження імпульсу лежить властивість:*

- а. однорідності часу;*
- б. ізотропності простору;*
- с. постійності швидкості світла;*
- д. однорідності простору.*

**6.** *В основі закону збереження моменту імпульсу лежить властивість:*

- а. ізотропності простору;*
- б. однорідності простору;*
- с. однорідності часу;*
- д. сталості швидкості світла.*

**7.** *Закони збереження енергії, імпульсу і моменту імпульсу виконуються:*

- а. незалежно від швидкостей руху та інерціальності системи відліку;*
- б. тільки при нерелятивістських швидкостях руху;*
- с. тільки при нерелятивістських швидкостях руху в інерціальних системах відліку;*
- д. тільки в інерціальних системах відліку.*

**8.** *Значення законів збереження полягає в тому, що (вказати всі правильні відповіді):*

- а. вони задають рівняння, вирішуючи які можна описати рух тіла;*
- б. вони обмежують область допустимих значень динамічних змінних;*
- с. їх використання дозволяє полегшити розв'язання деяких завдань;*
- д. вони дозволяють знайти, як змінюються координати і швидкості тіл, не розв'язуючи рівнянь руху.*

**9.** Відносно консервативних сил можна стверджувати, що (вказати всі правильні відповіді):

- a.* вони не залежать від координат тіл, на які діють;
- b.* закони збереження енергії, імпульсу і моменту імпульсу виконуються тільки у разі дії в замкнутій системі консервативних сил;
- c.* вони створюють поле, кожній точці якого можна зіставити потенційну енергію тіла;
- d.* вони не залежать від швидкостей руху тіл, на які вони діють.

**10.** Фізичне поле є потенційним, якщо (вказати НЕправильні твердження):

- a.* робота сил поля, здійснювана по замкнутому шляху, не дорівнює нулю;
- b.* силові лінії поля мають початок (витік) і кінець (стік);
- c.* робота сил по замкнутому шляху дорівнює нулю;
- d.* робота сил поля залежить від величини переміщення;
- e.* робота сил поля залежить від положення початкової і кінцевої точок переміщення.

**11.** Найбільш загальне визначення потенційної енергії – це:

- a.* енергія консервативної системи;
- b.* енергія пружної деформації;
- c.* енергія гравітаційної взаємодії;
- d.* енергія тіла, піднятого над Землею;
- e.* енергія взаємодії тіл, залежна від їх взаємного розташування.

**12.** Консервативними називаються сили (вказати всі правильні відповіді):

- a.* робота яких не залежить від форми шляху;
- b.* які не міняються при зміні стані систем;
- c.* системи, що не впливають на стан;
- d.* що діють у замкнутих системах;
- e.* робота яких залежить від форми шляху.

**13.** Кінетична енергія частинки, що є матеріальною точкою (вказати всі правильні відповіді):

- a. дорівнює добутку її маси на швидкість;
- b. зберігає свою величину при зіткненнях з іншими частинками;
- c. дорівнює квадрату її імпульсу, що ділиться на подвоєну масу;
- d. зберігає своє значення при русі в полі консервативних сил.

**14.** Кінетична енергія тіла, що обертається, в класичній механіці визначається наступним співвідношенням:

- a.  $T = J\omega^2/2$ ;
- b.  $T = mv^2/2$ ;
- c.  $T = mgh$ ;
- d.  $T = mv^2/R$ .

**15.** Кінетичну енергію поступального руху можна обчислити за формулою:

- a.  $\frac{mp}{2v}$ ;
- b.  $\frac{p^2}{2m}$ ;
- c.  $\frac{mv^2}{p}$ ;
- d.  $mgh$ ;
- e.  $\frac{pv^2}{2m}$ .

**16.** Потенціальна енергія пружно деформованого тіла дорівнює:

- a.  $\frac{kp}{2}$ ;
- b.  $\frac{p^2}{2m}$ ;
- c.  $\frac{kx^2}{2}$ ;
- d.  $mgh$ ;
- e.  $\frac{kx^2}{2m}$ ;
- h.  $-kx$ .

**17.** Відносно потенціальної енергії тіла можна стверджувати, що (вказати всі правильні відповіді):

- a. вона дорівнює силі, яка діє на тіло в цій точці простору;
- b. вона не залежить від його координат;

с. її зміна при переміщенні з однієї точки простору в іншу дорівнює роботі консервативних сил, що здійснюється над тілом;

д. вона не залежить від швидкості його руху.

**18. Кінетична енергія – це:**

а. енергія механічного руху і взаємодії;

б. швидкість здійснення роботи;

с. енергія системи тіл, визначувана їх взаємним розташуванням і взаємодією;

д. кількісна оцінка процесу обміну енергією між взаємодіючими тілами;

е. енергія механічного руху тіла.

**19. Механічна енергія НЕ включає в себе (вказати всі правильні відповіді):**

а. кінетичну енергію;

б. потенціальну енергію взаємодії тіл;

с. енергію пружної деформації;

д. енергію пластичної деформації.

**20. Формула, яка точно визначає роботу змінної сили  $\vec{F}$  з переміщення  $\Delta\vec{r}$  матеріальної точки по траєкторії  $S$ :**

$$a. A = \int_{\Delta\vec{r}} \vec{F} d\vec{r};$$

$$b. A = \frac{d\vec{F}}{d\vec{r}};$$

$$c. A = FS;$$

$$d. A = \int_{t_1}^{t_2} F dt.$$

**21. Механічна робота, що здійснюється при переміщенні тіла, в загальному випадку визначається як:**

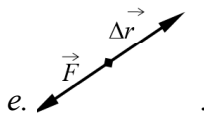
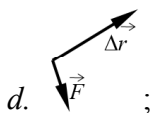
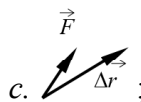
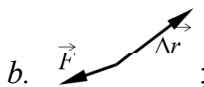
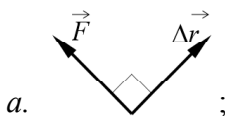
а. добуток сили на величину шляху, пройденого тілом;

б. інтеграл уздовж шляху руху від скалярного добутку сили на елементарне переміщення тіла;

с. різниця потенційних енергій тіла в початковій і кінцевій точках руху;

д. різниця механічних енергій тіла в початковій і кінцевій точках руху.

**22.** На яких рисунках робота сталої сили  $\vec{F}$  при переміщенні  $\Delta\vec{r}$  дорівнює нулю?



**23.** Як знайти роботу змінної сили при кутовому переміщенні тіла  $\Delta\vec{\phi}$ ?

a.  $\frac{\vec{M}}{\Delta\vec{\phi}}$ ;

b.  $\int_{\Delta\vec{\phi}} \vec{F} d\vec{\phi}$ ;

c.  $\vec{F} \cdot \Delta\vec{\phi}$ ;

d.  $mgh$ ;

e.  $\int_{\Delta\vec{\phi}} \vec{M} d\vec{\phi}$ .

**24.** Кінетична енергія тіла, що котиться, дорівнює:

a.  $\frac{mv_x^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}$ ;

b.  $\frac{mv_x^2}{2}$ ;

c.  $mgh$ ;

d.  $\frac{I\omega^2}{2}$ ;

e.  $\frac{mv_x^2}{2} + \int_0^{\phi} M d\phi$ .

**25.** Миттєва потужність сили, діючої на тіло, що рухається зі швидкістю  $v$ , визначається:

$$a. N = \int F dt; \quad b. N = \frac{\vec{F}}{\vec{v}}; \quad c. N = \vec{F} \cdot \vec{v};$$

$$d. N = \frac{dF}{dt}; \quad e. \frac{mv_x^2}{2} + mgh.$$

26. Якому з наведених виразів відповідає одиниця потужності, виражена через основні одиниці СІ:

$$a. \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2}; \quad b. \frac{\text{кг}^2 \cdot \text{м}^2}{\text{с}^3}; \quad c. \frac{\text{кг}^2 \cdot \text{м}}{\text{с}^3};$$

$$d. \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^3}; \quad e. \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}.$$

27. В якому з наведених співвідношень знаходяться кінетичні енергії трьох тіл різної маси в момент часу, коли їх швидкості однакові?

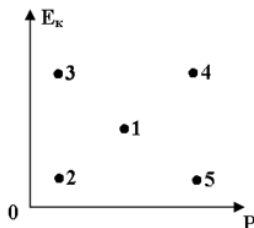
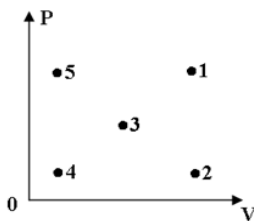
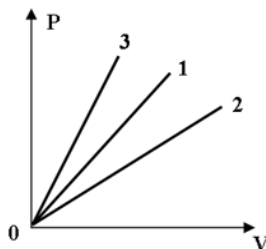
$$a. W_3 > W_2 > W_1; \quad b. W_3 < W_2 < W_1; \\ c. W_3 > W_1 > W_2; \quad d. W_3 < W_1 < W_2; \\ e. W_3 = W_2 = W_1.$$

28. Якій з наведених точок на діаграмі залежності імпульсу тіла від його швидкості відповідає точка з мінімальною кінетичною енергією?

$$a. 1; \quad b. 2; \quad c. 3; \quad d. 4; \quad e. 5.$$

29. Якій з наведених точок на діаграмі залежності кінетичної енергії від імпульсу тіла відповідає тіло з найменшою масою?

$$a. 1; \quad b. 2; \quad c. 3; \quad d. 4; \quad e. 5.$$



**30.** Відносно збереження механічної енергії справедливе наступне твердження (вказати всі правильні відповіді):

*a.* механічна енергія замкнутої системи залишається постійною;

*b.* механічна енергія замкнутої консервативної системи залишається постійною;

*c.* механічна енергія тіла залишається постійною при взаємодіях;

*d.* механічна енергія тіла не змінюється під дією консервативних сил.

**31.** Стан рівноваги тіла – це стан:

*a.* з нульовими потенційною і кінетичною енергіями;

*b.* коли тіло знаходиться у спокої;

*c.* з мінімумом потенційної енергії;

*d.* з рівною нулю першою похідною і від'ємною другою похідною потенційної енергії тіла по координаті.

**32.** Необхідною умовою рівноваги є:

*a.* рівність нулю першої похідної потенційної енергії по координаті;

*b.* рівність нулю кінетичної і потенційної енергії;

*c.* мінімум потенційної енергії;

*d.* рівність нулю потенційної енергії.

**33.** Розрізняють наступні види механічної рівноваги (вказати усі правильні відповіді):

*a.* стійка;

*b.* нестійка;

*c.* відносна;

*d.* зовнішня;

*e.* внутрішня.

**34.** Необхідною і достатньою умовою стійкої рівноваги тіла є:

*a.* рівність нулю першої похідної і від'ємність другої похідної потенційної енергії по координаті;

*b.* рівність нулю кінетичної і потенційної енергії;

*c.* рівність нулю швидкості;

*d.* мінімум потенційної енергії і рівність нулю кінетичної енергії.

**35.** *Закон збереження імпульсу можна сформулювати таким чином:*

*a.* імпульс замкнутої системи матеріальних тіл залишається постійним;

*b.* імпульс замкнутої консервативної системи матеріальних тіл залишається постійним;

*c.* імпульс консервативної системи матеріальних тіл залишається постійним;

*d.* імпульс тіла не змінюється при взаємодії.

**36.** *У разі абсолютно пружного зіткнення двох тіл (вказати всі правильні відповіді):*

*a.* зберігається кінетична і потенційна енергії кожного тіла;

*b.* їх механічна енергія може переходити в інші види енергії;

*c.* їх механічна енергія не переходить в інші види енергії;

*d.* зберігається кінетична енергія кожного зі взаємодіючих тіл.

**37.** *У разі непружного зіткнення двох тіл (вказати всі правильні відповіді):*

*a.* зберігається механічна енергія і не зберігається кінетична енергія кожного тіла;

*b.* зберігається імпульс кожного тіла;

*c.* не зберігається загальний імпульс взаємодіючих тіл;

*d.* їх механічна енергія частково переходить в інші види енергії;

*e.* механічна енергія взаємодіючих тіл повністю переходить в інші види енергії.

**38.** *Закон збереження моменту імпульсу формують таким чином:*

*a.* момент імпульсу замкнутої консервативної системи залишається постійним;

*b.* момент імпульсу замкнутої системи залишається постійним;

*c.* момент імпульсу консервативної механічної системи залишається постійним;

*d.* момент імпульсу інерціальної системи залишається постійним.

**39.** *Замкнута механічна система складається з  $N$  матеріальних точок. Які із записів закону збереження імпульсу цієї системи є **неточними**?*

$$a. \frac{d}{dt} \left( \sum_{i=1}^N \vec{p}_i \right) = 0;$$

$$b. \sum_{i=1}^N p_i = \text{const};$$

$$c. \sum_{i=1}^N \frac{d\vec{p}_i}{dt} = 0;$$

$$d. \sum_{i=1}^N \vec{p}_i = \text{const}.$$

**40.** *Формула, яка точно виражає закон збереження моменту імпульсу замкнутої механічної системи:*

$$a. \frac{d\vec{L}}{dt} = 0;$$

$$b. \sum L_i = \text{const};$$

$$c. \frac{d}{dt} (L_x + L_y + L_z) = 0;$$

$$d. \sqrt{L_x^2 + L_y^2 + L_z^2} = \text{const}.$$

**41.** *Тіло рухається під кутом до горизонту. Яка з величин зберігається при русі тіла? Опором повітря нехтувати:*

*a.* проекція імпульсу на горизонтальний напрям;

*b.* проекція імпульсу на вертикальний напрям;

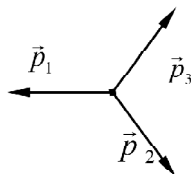
*c.* імпульс тіла;

*d.* потенційна енергія тіла;

*e.* кінетична енергія тіл.

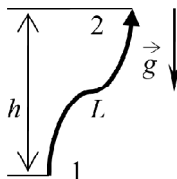
42. Снаряд розірвався на три осколки (див. діаграму імпульсів), що розлетілися під кутами  $120^\circ$  один до одного. Співвідношення між модулями імпульсів  $p_1 = p_2 < p_3$ . До якого напрямку рухався снаряд?

- a. горизонтально, вліво;
- b. горизонтально, вправо;
- c. вправо, вниз;
- d. вправо, вгору;
- e. снаряд покоївся;
- f. вліво, вниз.



43. Вантаж масою  $m$  переміщують по траєкторії  $L$  із точки 1 в точку 2 (див. рис.). Робота сили тяжіння при цьому переміщенні визначається як:

- a.  $mgh$ ;
- b.  $-mgh$ ;
- c.  $mgL$ ;
- d.  $-mgL$ ;
- e.  $mg(L+h)$ .



44. Тіло масою  $m$  починає вільно падати з висоти  $h$  і наприкінці падіння має швидкість  $v$ . Яку роботу здійснили сили опору повітря під час падіння?

- a.  $mgh$ ;
- b.  $-mgh$ ;
- c.  $\frac{mv^2}{2}$ ;
- d.  $mgh - \frac{mv^2}{2}$ ;
- e.  $\frac{mv^2}{2} - mgh$ .

45. Модель літака масою  $1$  кг обертається на корді завдовжки  $6$  м зі швидкістю  $10$  м/с. При швидкому зменшенні довжини корду до  $3$  м кінетична енергія моделі стала рівною:

- a.  $150$  Дж;
- b.  $100$  Дж;
- c.  $400$  Дж;
- d.  $200$  Дж;
- e.  $20$  Дж.

46. Щоб утримувати вантаж масою  $2$  кг на висоті  $5$  м протягом однієї секунди, необхідно здійснити роботу:

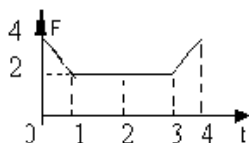
- a.  $20$  Н;
- b.  $100$  Дж;
- c.  $0$  Дж;
- d.  $10$  Н;
- e.  $200$  Дж.

**47.** Тіло масою  $1\text{ кг}$  з координатами  $X = 1\text{ м}$  і  $Y = 1\text{ м}$  рухається вздовж осі  $X$  зі швидкістю  $3\text{ м/с}$ . Проекція моменту імпульсу цього тіла на вісь  $Z$  дорівнює:

- a.  $1,5\text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}$ ;                      b.  $2\text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}$ ;                      c.  $5\text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}$ ;  
d.  $3\text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}$ ;                      e.  $0\text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}$ .

**48.** На тіло, що рухається рівномірно, діє змінна сила. Знайдіть роботу цієї сили (Дж) з графіка на відріжку (3;4).

- a. 3;                      b. 4;                      c. 5;  
d. 7;                      e. 12.



## ПОЯСНЕННЯ ДО ОКРЕМИХ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ

### 1 Обробка результатів вимірювань

1) Фізична величина – це властивість фізичного об’єкта або процесу, яку можна виміряти. Значення цієї властивості об’єкта або процесу, яка вважається рівною одиниці, називається одиницею вимірювання фізичної величини, число, яке можна зіставити деякій властивості фізичного об’єкта або процесу – це числове значення фізичної величини, а об’єкт, з властивостями якого порівнюються властивості об’єкта вимірювання, називається еталоном.

2) Розмірність фізичної величини – це комбінація основних фізичних величин у рівнянні для визначення цієї величини. Кожна з основних величин входить у це рівняння у вигляді множника в деякій мірі. Розмірністю відносно деякої величини, строго кажучи, називають цей показник міри, з яким основна фізична величина входить в співвідношення. Як неправильні відповіді наведені визначення одиниці вимірювання фізичної величини, числового значення фізичної величини і самої фізичної величини.

3) Одиниця вимірювання – це міра для знаходження значення фізичної величини. Щоб знайти значення фізичної величини, її необхідно порівняти з цією мірою, яка повинна мати ту ж природу, що і вимірювана величина.

4) Основними механічними величинами в системі СІ є маса, час і довжина. Сила є похідною величиною, її розмірність визначається на підставі другого закону Ньютона як  $\text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2$ .

5) Похідні фізичні величини визначаються рівняннями, в які входять комбінації основних фізичних величин. Усі фізичні величини пов'язані один з одним рівняннями, що виражають фізичні закони. Виразивши потрібну фізичну величину в одному з таких рівнянь через інші величини і використовуючи, при необхідності, для вираження останніх інші рівняння, можна у результаті отримати вираз, який містить тільки основні фізичні величини. Така комбінація основних фізичних величин визначає розмірність початкової величини. Як випливає зі сказаного, похідні фізичні величини не служать для встановлення розмірності. Межа відношення малого приросту функції деякої величини до приросту аргументу, що викликав її, – це похідна функції, а засобами для знаходження значень фізичних величин є одиниці вимірювання.

9) При округленні чисел під час обчислень зберігається розряд, на одиницю менший старшого розряду похибки вимірювань. Рахунок розрядів йде справа. Це правило служить для того, щоб, з одного боку, не ускладнювати сприйняття результатів великою кількістю цифр, а з іншого боку – щоб позначити похибку результатів.

13) Непрямим називається вимірювання, при якому значення шуканої величини знаходять на основі відомої залежності між цією величиною і величинами, вимірюваними безпосередньо.

14) За своїм характером похибки вимірювань бувають систематичними і випадковими.

Систематична похибка обумовлена похибкою приладів і недосконалістю методів вимірювань. Випадкова похибка

обумовлена впливом випадкових чинників на результати вимірювань. Окрім цих двох основних видів похибок ще говорять про грубі похибки, коли помиляється людина, що проводить вимірювання. На абсолютні і відносні похибки розділяються способами їх представлення. Обчислювальні похибки відносяться вже не до вимірювань, хоча часто буває важко розділити вимірювання й обчислення. Так, при непрямим вимірюваннях завжди використовуються обчислення.

17) Випадкова похибка обумовлена впливом випадкових чинників на результати вимірювань. Ці випадкові чинники змінюються в часі, тому при повторних вимірюваннях виходять різні результати. Використання математичних методів обробки результатів і проведення повторних вимірювань дозволяють зменшити випадкову похибку. При повторних вимірюваннях однієї і тієї ж величини залишається постійною систематична похибка.

21) За способом подання похибки бувають абсолютні і відносні. Відносна похибка – це відношення абсолютної похибки до середнього значення вимірюваної величини. Абсолютна похибка це просто відхилення результату вимірювання від істинного значення величини, яке саме є невідомим. Абсолютною вона називається для того, щоб підкреслити її відмінність від відносної похибки. Прямих, непрямих, приблизних і точних похибок не буває. Розрізняють прямі і непрямі вимірювання.

23) Клас точності приладу показує процентну частку від максимального значення шкали приладу, яку треба узяти для того, щоб отримати значення систематичної похибки. Ця величина, як видно з її визначення, служить для знаходження систематичної похибки. Коефіцієнт, на який треба помножити середнє значення вимірюваної величини, щоб отримати

значення абсолютної похибки вимірювань, називається відносною похибкою. Відношення переміщення показчика приладу до значення вимірюваної величини, що викликала це переміщення, – це чутливість приладу; відношення межі вимірювань до числа поділок шкали приладу – це ціна його поділки.

25) Абсолютна похибка непрямих вимірювань знаходиться за формулою

$$\Delta f = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 \Delta x + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 \Delta y + \dots},$$

де частинні похідні беруться від функції, що зв'язує непрямо вимірювану величину з безпосередньо вимірюваними величинами  $\Delta x$ ,  $\Delta y$  та  $\Delta z$  і т. д.

27) Чутливість вимірювального приладу – це відношення переміщення показчика приладу до значення вимірюваної величини, що викликала це переміщення. Відношення межі вимірювань до числа поділок шкали приладу – це ціна поділки вимірювального приладу.

30) Клас точності приладу показує процентну частку від максимального значення шкали приладу, яку треба узяти для того, щоб отримати значення систематичної похибки. Узявши один відсоток від 150 поділок, отримаємо 1,5 поділки. Показання приладу не відіграють ролі.

36) При побудові графіка залежності  $A = f(x)$  після нанесення точок будуються в масштабі графіка поля похибок у вигляді прямокутників  $2\Delta A \times 2\Delta x$  так, що їх центри співпадають з точками. Після цього проводиться лінія графіка у вигляді згладженої кривої, що проходить через усі поля похибок.

## **2. Механіка**

### **2.1 Основні поняття механіки**

1) Об'єктом вивчення фізики є властивості матерії. Можливі й інші, близькі за змістом, формулювання. Точно позначити об'єкт вивчення фізики в короткій формі досить важко, проте деяке загальне розуміння цього питання потрібне. Визначення найбільш загальних понять належить до сфери філософії. Сучасна фізика заснована на матеріалістичному світогляді, в якому затверджується первинність матерії, що існує у вигляді поля і речовини.

6) Основоположником класичної механіки є англійський фізик Ісаак Ньютон (1643–1727), який сформулював основні закони цього розділу фізики, а також зробив ряд важливих відкриттів в інших її сферах. Рене Декарт (1596–1650) – французький учений і філософ, розробив фізичну концепцію, що передувала концепції, оснований на механіці Ньютона. Галілео Галілей (1564–1642) – італійський учений, який сформулював закон інерції, основоположник експериментального методу дослідження природи. Демокріт (близько 460–370 р. до н.е.) – грецький філософ, один з основоположників атомістичного вчення.

7) По відношенню до швидкості руху даних об'єктів виділяють класичну і релятивістську механіку. У першому з цих розділів фізики, який іноді називається також Ньютонівською механікою, розглядається рух тіл зі швидкостями, значно меншими за швидкість поширення світла. У другому розділі, навпаки, розглядається рух тіл зі швидкостями, порівнянними зі швидкістю поширення світла. Кінематика – це розділ механіки, в якому рух тіл розглядається без урахування сил, що його викликають. У динаміці навпаки – у явному вигляді

враховуються взаємодії між тілами. Квантова механіка описує особливості поведінки часток малих розмірів з малими енергіями руху, коли стає необхідним врахування хвильових властивостей тіл. У класичній механіці ці ефекти не розглядаються.

9) По відношенню до природи даних об'єктів виділяють механіку матеріальної точки, механіку твердого тіла і механіку суцільних середовищ. Поняття матеріальної точки є одним з основних у механіці. В багатьох випадках представлення реальних об'єктів у вигляді матеріальних точок не дає великих відхилень точності обчислень, як, наприклад, при розгляді руху планет. В інших випадках складний рух реального тіла можна представити як комбінацію руху матеріальної точки – його центра мас і руху тіла відносно цієї точки, що так само спрощує обчислення. У механіці твердого тіла розглядаються об'єкти, які не можна наближено розглядати як матеріальні точки. В цьому випадку деяке спрощення задачі досягається при використанні моделі абсолютно твердого тіла. Одним з розділів механіки твердого тіла є теорія пружності, в якій розглядається деформація твердого тіла. Доповнює механіку матеріальної точки і механіку твердого тіла механіка суцільних середовищ, в якій розглядається рух рідин і газів. Виділення релятивістської механіки в особливий розділ обумовлене існуванням граничної швидкості руху, при наближенні до якої необхідно враховувати вплив швидкості на геометричні характеристики і хід часу. Розділення механіки на класичну і квантову відповідає нехтуванню або, навпаки, врахуванню хвильових властивостей тіл.

10) Основне завдання механіки – визначення стану системи в послідовні моменти часу. Визначення стану механічної системи означає зазначення її положення, швидкості, прискорення і так далі в даний момент. Вирішити це завдання

можна, в загальному випадку, склавши рівняння руху (точніше систему рівнянь) і розв'язання його. Існують й інші задачі механіки. Наприклад, по відомій залежності координат від часу знайти сили, що діють на тіло. Що стосується встановлення причин руху, то в механіці обмежуються зазначенням сил у ролі цих причин. Вивчення природи взаємодій виходить за рамки механіки. Вивчення фізичних властивостей тіл і загальних форм руху матерії є завданням фізики в цілому.

14) У моделі абсолютно твердого тіла нехтують його деформаціями. Використання цього поняття дозволяє істотно спростити опис руху реальних тіл. Положення абсолютно твердого тіла визначається шістьма координатами, в той час, як для повного опису положення тіла потрібне задавання нескінченної кількості координат кожного елемента цього тіла. Крім того, для абсолютно твердих тіл простішими є рівняння руху та їх розв'язання. Наприклад, момент інерції в цих рівняннях виявляється незалежним від кутової швидкості обертання. Таке наближення часто виявляється цілком прийнятним з точки зору точності отриманих результатів. Тіло, розмірами якого можна нехтувати, називається матеріальною точкою. Тіло, масою якого можна нехтувати, не становить великого інтересу з точки зору механіки.

15) При поступальному русі будь-яка пряма, пов'язана з тілом, переміщається паралельно самій собі. Необхідно розрізнити поняття поступального і прямолінійного руху. При прямолінійному русі матеріальна точка рухається по прямій. Поняття поступального руху використовується для характеристики руху твердого тіла. При поступальному русі кожна точка тіла може рухатися по кривій лінії. Випадок, коли усі точки тіла рухаються по прямих лініях, паралельних одна одній, може бути окремим випадком поступального руху, а може бути складним випадком, що включає деформацію

тіла і що не відноситься до поступального руху. Рівномірний рух, тобто рух з постійною лінійною або кутовою швидкістю, є окремим випадком прямолінійного або обертального руху відповідно.

20) Швидкість матеріальної точки – це похідна від радіус-вектора точки за часом. Похідна від шляху за часом дорівнює модулю швидкості. Відношення шляху, пройденого матеріальною точкою, до проміжку часу – це середній модуль швидкості, а вектор, рівний відношенню вектора переміщення до проміжку часу – це середня швидкість.

23) Векторна величина може характеризуватися своїм значенням і напрямом в просторі (геометричне подання) або набором чисел, залежним від вибору системи координат (координатне подання). Ці два відносно простих способи подання векторних величин іноді бувають недостатні для розуміння властивостей фізичних систем. У таких випадках використовують подання векторної величини за означенням вектора як математичного об'єкта, для якого визначаються такі його властивості, як закон складання і поведінка при перетвореннях системи координат. Задання положення і напрямку в просторі недостатньо для характеристики векторної величини. Необхідно, принаймні, ще вказати її значення. Положення в просторі не є необхідним елементом опису векторної величини. Існують векторні величини, не прив'язані до певних точок простору. Наприклад, вектор кутової швидкості відноситься до об'єкта, що обертається.

25) Фізичні величини представляються вільними, ковзаючими і пов'язаними типами векторів. Залежно від природи фізичної величини, вектор можна відповідно або вільно переміщати в просторі, або вільно переміщати уздовж прямої, або не можна переміщати. Колінеарними і компланарними

можуть бути пари порівнюваних векторів. Нормальним і тангенціальним може бути вектор по відношенню до таких об'єктів, як поверхня і крива. Полярними називаються звичайні вектори для того, щоб підкреслити відмінність від схожих на них об'єктів – аксіальних або псевдовекторів, які інакше перетворюються при зміні системи координат. Псевдовектором є, наприклад, кутова швидкість. Усі перераховані в неправильних відповідях найменування не означають загальні типи векторів.

28) Сума двох векторних величин у координатному поданні знаходиться по формулі  $(a_i + b_i, a_j + b_j, a_k + b_k)$ , де індекси вказують проєкції векторів  $a$  і  $b$  на відповідні осі декартової системи координат. Вираз  $(a^2 + b^2 + 2ab\cos\alpha)^{1/2}$  дає величину модуля суми двох векторів. Інші варіанти відповідей сенсу не мають.

34) Скалярний добуток векторних величин  $a = (1, 0)$  і  $b = (1, 0)$  дорівнює 1. З координатного представлення цих векторів видно, що вони колінеарні, тобто спрямовані вздовж однієї прямої, яка збігається з однією з осей координат, тому їх проєкції дорівнюють їх модулям. Скалярний добуток векторів можна інтерпретувати геометрично як добуток модуля одного з векторів на проєкцію другого вектора на напрям першого. У разі колінеарних векторів ця проєкція вектора дорівнює його модулю. У результаті отримуємо величину, рівну добутку проєкцій. Скалярний добуток векторів є скаляром і представляється одним числом, тому варіанти відповідей  $(1, 0)$  і  $(2, 0)$  можна відразу виключити як неправильні.

38) Модуль суми векторних величин  $a = (3, 1)$  і  $b = (0, 3)$  дорівнює 5. Сума векторів у координатному поданні знаходиться як сума їх відповідних проєкцій на координатні осі:

$a + b = (3 + 0, 1 + 3) = (3, 4)$ . Модуль вектора можна знайти по формулі Піфагора як квадратний корінь з суми квадратів його координат. У нашому випадку:

$$\sqrt{3^2 + 4^2} = \sqrt{25} = 5.$$

## 2.2 Кінематика

2) По відношенню до траєкторії руху вектор прискорення розкладають на нормальну і тангенціальну компоненти. Нормальне прискорення – це вектор, спрямований перпендикулярно до траєкторії руху, а тангенціальне прискорення – це вектор, спрямований уздовж траєкторії руху. Вектор повного прискорення виходить при складанні його нормальної і тангенціальної компонент. Необхідність розкладання вектора прискорення на нормальну і тангенціальну складові обумовлена можливістю розділення складного руху точки на обертальний і прямолінійний, що дозволяє значно спростити розв'язання завдань. При цьому нормальне прискорення використовується для опису обертового, а тангенціальне – прямолінійного руху точки. Розкладання вектора прискорення на вертикальну і горизонтальну компоненти робиться відносно системи координат, а не траєкторії руху. Понять лінійної і обертальної компонент прискорення не існує. Замість них, як вказано вище, використовуються поняття тангенціального і нормального прискорення.

10) Вектор кутової швидкості спрямований уздовж осі обертання. У цьому проявляється його відмінність від вектора лінійної швидкості, який спрямований уздовж траєкторії руху. Така особливість обумовлена тим, що куту повороту в кінематиці відповідає вектор, направлений уздовж осі обертання згідно з правилом правого гвинта.

16) У системі СІ кутова частота обертання вимірюється в радіанах в секунду (рад/с). У разі рівномірного обертально-го руху ця частота (її називають також коловою і циклічною частотою) збігається з кутовою швидкістю. У зворотних секундах ( герцах) вимірюється частота обертання, а в радіанах – плоский кут.

18) Кутове прискорення – це похідна від кутової швидкості за часом. Друга похідна від радіус-вектора за часом визначає повне прискорення, а похідна радіус-вектора за часом – швидкість руху точки. Вираз "Кутове прискорення – це відношення моменту сил, що діють на тіло, до його моменту інерції" не є визначенням кутового прискорення, проте в силу другого закону Ньютона вказане в ньому співвідношення дійсно має місце.

21) Рівняння кінематики обертального рівноприскореного руху навколо фіксованої осі:  $\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \beta \frac{t^2}{2}$  і  $\omega = \omega_0 + \beta t$ .

Вираз  $a_n = \frac{v^2}{R}$  визначає доцентрове прискорення,  $a_\tau = \beta R$  – взаємозв'язок між радіусом обертання, тангенціальним і кутовим прискореннями,  $\vec{M} = J\vec{\beta}$  – рівняння руху тіла, що обертається,  $\vec{L} = \vec{r} \times m\vec{v}$  – момент імпульсу. Інші варіанти відповідей змісту не мають і не задовольняють вимогу узгодження розмірності.

25) Модуль повного лінійного прискорення:

$$\sqrt{\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{d^2y}{dt^2} + \frac{d^2z}{dt^2}}.$$

Вираз  $a_n = \frac{v^2}{R}$  визначає модуль доцентрового прискорення,

$a_\tau = \frac{dv}{dt}$  – модуль тангенціального прискорення,  $a_\tau + a_n$

вираз не має змісту.

34) Вектори швидкості і прискорення не співпадають (і не протилежні) за напрямком, тому рух криволінійний. Величина швидкості змінюється – рух прискорений, прискорення приводить до зменшення модуля швидкості – рух сповільнений. Вірні два варіанти.

42) Псевдовектори кутових величин  $\Delta\vec{\varphi}$ ,  $\vec{\omega}$ ,  $\vec{\epsilon}$  спрямовані вздовж осі обертання, вектори лінійних величин лежать у площині обертання, тому кутові і лінійні величини перпендикулярні. Кут становить  $\frac{\pi}{2}$  або  $90^\circ$ .

48) Прискорення визначається як  $a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$ . Рівноприскореному руху відповідає  $a = \text{const}$ . З наведених варіантів лише для  $v(t) = 7t$  отримуємо  $a = 7 \text{ (м/с}^2\text{)}$ . Інші варіанти не підходять.

55) Графіки залежності кута повороту від часу – прямі лінії, причому кутова швидкість може бути визначена як тангенс кута нахилу графіка до осі  $X$ . Графіки 2 і 3 мають однаковий кут нахилу, для графіка 1 кут нахилу, а відповідно і швидкість, більші.

66) Рівняння траєкторії:  $y = x$ . Траєкторія – це лінія, яку описує матеріальна точка в процесі руху. Траєкторія визначається функціональною залежністю однієї або двох координат точки (для руху в площині і тривимірному просто-

рі відповідно) від іншої її координати. Щоб описати траєкторію, необхідно в одному з рівнянь кінематики виразити час через відповідну координату і підставити цей вираз у кінематичні рівняння, що залишилися.

70) Середня швидкість автомобіля 5 км/год. Середня швидкість дорівнює відношенню переміщення до часу. Переміщення знаходиться як вектор, проведений від початкової точки руху до кінцевої. Тоді

$$v = \frac{X}{t} = \frac{10}{(0,5 + 1 + 0,5)} = 5 \text{ км/год.}$$

72) Шлях визначається довжиною траєкторії. Траєкторія становить половину кола, тому

$$s = \frac{2\pi R}{2} = \pi R = 3,14 \cdot 2000 = 6280 \text{ м} \approx 6,3 \text{ км.}$$

79) Лінійна швидкість руху точки, що знаходиться на екваторі, дорівнює 470 м/с. Щоб отримати цей результат, потрібно виразити кутову швидкість через період обертання Землі (24 години) в секундах і скористатися співвідношенням, що зв'язує радіус, лінійну і кутову швидкості обертання:

$$v = \omega R = \frac{2\pi}{T} \cdot R = \frac{2 \cdot 3,14}{24 \cdot 3600} \cdot 6,4 \cdot 10^6 \approx 470 \text{ м/с.}$$

## 2.3 Динаміка. Закони Ньютона

1) Динаміка – це розділ фізики, присвячений вивченню руху тіл у зв'язку з його причинами. У динаміці, на підставі другого закону Ньютона визначається прискорення тіла на основі врахування взаємодії тіл, тобто розрахунку сил, які, у свою чергу, залежать від положення і швидкостей тіл.

Таким чином, суть динамічного підходу полягає в складанні замкнутої системи диференціальних рівнянь, що описують рух тіла (вони називаються рівняннями руху), і знаходженні її розв'язання. Зміна стану – поняття ширше, ніж рух тіла. Його вивчають в інших розділах фізики. Те ж саме можна сказати про зміну властивостей тіла. Вивчення причин руху виходить за рамки механіки, яка обмежується зазначенням сил у ролі цих причин.

3) Перший закон Ньютона можна сформулювати таким чином: "Всяке тіло при відсутності взаємодії покоїться або рухається рівномірно і прямолінійно". Цей закон є узагальненням закону інерції Галілея, встановленого для горизонтального руху. Вираз: "В усіх інерціальних системах відліку всі механічні явища проходять однаково за однакових початкових умов" є формулюванням принципу відносності в класичній механіці. Твердження: "Сили, з якими діють один на одного взаємодіючі тіла, рівні за величиною і протилежні за напрямком" і "Швидкість зміни імпульсу тіла дорівнює силі, що діє на нього", є формулюванням третього і другого законів Ньютона відповідно.

11) Другий закон Ньютона можна сформулювати таким чином: "*Швидкість зміни імпульсу тіла дорівнює силі, що діє на нього*". Це найбільш загальне формулювання, справедливе як у класичній, так і в релятивістській механіці, коли необхідно враховувати залежність маси від швидкості руху тіла. Вираз: "В усіх інерціальних системах відліку всі механічні явища проходять однаково при однакових початкових умовах" є формулюванням принципу відносності в класичній механіці. Твердження: "Сили, з якими діють один на одного взаємодіючі тіла, рівні за величиною і протилежні за напрямком" і "Всяке тіло знаходиться в стані спокою або рівномірного прямолінійного руху, поки взаємодія з іншими тілами не змусить його

змінити цей стан" є формулюваннями третього і першого законів Ньютона відповідно.

25) Сила, що діє на камінь,  $F = mg$  спрямована вертикально вниз, отже прискорення спрямоване аналогічно. (Відповідь  $d$ ).

28) Сила визначається співвідношенням  $F = \frac{dP}{dt}$  і порційна тангенсу кута нахилу графіка до горизонтальної осі. Чим більший кут (до  $90^\circ$  – гострий), тим більша сила. (Відповідь  $c$ ).

32) За формулою

$$[x] = \left[ \frac{v^2}{a} \sqrt{\frac{m}{W}} \right] = \frac{\left( \frac{m}{c} \right)^2}{\frac{m}{c^2}} \sqrt{\frac{\text{кг}}{\text{Дж}}} = m \cdot \left( \frac{\text{кг}}{\text{кг} \cdot \frac{m^2}{c^2}} \right)^{\frac{1}{2}} = m \cdot \frac{c}{m} = c$$

$[x] = c$ ,  $x \equiv t$  – час (відповідь  $d$ ).

40) Сила, що діє на тіло,  $F = mg = 1 \cdot 9,8 \approx 10 \text{ Н}$ . Згідно з другим законом Ньютона, сила дорівнює швидкості зміни імпульсу. В даному випадку можна записати:  $F = \Delta P / \Delta t$ , де  $\Delta P$  – зміна імпульсу тіла, а  $\Delta t$  – проміжок часу. Звідси отримуємо:  $P = \Delta P = F \cdot \Delta t = 10 \cdot 2 = 20 \text{ Н} \cdot \text{с}$ . (Відповідь  $c$ ).

44) Згідно з другим законом Ньютона:  $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ , де  $\sum \vec{F}$  – суперпозиція сил, що діють на тіло,  $m$  – маса,  $a$  – прискорення тіла. В проекції на вертикальну вісь  $F_m - mg = ma$ , де сила тяги  $F_T$  і сила тяжіння  $mg$  спрямовані в протилежні сторони, тоді  $F_m = mg + ma = m(a + g) = 100(5 + 9,8) \approx 1500 \text{ Н}$ . (Відповідь  $d$ ).

56) Згідно з другим законом Ньютона, прискорення тіла

$$a = \frac{F}{m}. \text{ За означенням } a = \frac{d^2x}{dt^2}, \text{ тоді } \frac{F}{m} = \frac{d^2x}{dt^2};$$

$$F = m \cdot \frac{d^2x}{dt^2} = m \frac{d^2(A \sin \omega t)}{dt^2} = -mA\omega^2 \sin \omega t.$$

Підставимо числові значення

$$F = -0,6 \cdot 0,05 \cdot \pi^2 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{6}\right) = -0,6 \cdot 0,05 \cdot 3,14^2 \cdot \frac{1}{2} = -0,148 \text{ Н.}$$

(Відповідь *d*).

## 2.4 Сили. Гравітація і тертя

1) У сучасній фізиці розрізняють чотири типи фундаментальних взаємодій: гравітаційна, електромагнітна, сильна і слабка. Гравітаційна взаємодія залежить від маси тіл. Електромагнітна взаємодія спостерігається між зарядженими тілами. Особливістю сильних і слабких взаємодій є те, що вони відіграють основну роль на малих відстанях порядку розмірів атомів. Фундаментальні взаємодії можуть проявлятися по-різному в конкретних ситуаціях, у зв'язку з цим існує й інша класифікація сил. Електричні і магнітні сили розглядаються як прояв єдиної електромагнітної взаємодії. Говорять про квантові взаємодії, маючи на увазі особливості поведінки часток, обумовленої проявом їх хвильових властивостей.

5) У механіці розрізняють стаціонарні і нестаціонарні, центральні і нецентральні, консервативні і неконсервативні сили. Стаціонарні і нестаціонарні сили відповідно залишаються сталими або змінюються з часом. Центральні сили спрямовані

вздовж прямої, що з'єднує центри взаємодіючих тіл. Центральними є, наприклад, гравітаційні та електростатичні сили, а нецентральними – ядерні. Існує поняття потенційного поля сил (а не потенційних сил), робота яких з переміщення тіла по замкнутому контуру дорівнює нулю. Непотенційні поля сил, відповідно, таких властивостей не мають. Наприклад, електростатичне поле є потенційним, а змінне електричне поле, що виникає при зміні магнітного потоку – ні. Понять класичних, релятивістських і кінетичних сил не існує. Те ж саме можна сказати і про векторні та скалярні сили.

8) Сила тяжіння – це сила гравітаційної взаємодії між тілом і Землею. Це поняття вужче, ніж поняття гравітаційної взаємодії взагалі. Сила, з якою тіло діє на опору або підвіс – це вага тіла, а сила, з якою опора або підвіс діє на тіло – це сила реакції опори.

16) Сила гравітаційної взаємодії між тілом і Землею

$$F = \gamma \frac{Mm}{r^2}.$$

На поверхні Землі  $F_0 = \gamma \frac{Mm}{R^2}$ , на висоті  $h$   $F_1 = \gamma \frac{Mm}{(R+h)^2}$ .

Прирівнюємо

$$F_0 = 2F_1, \quad \gamma \frac{Mm}{R^2} = 2\gamma \frac{Mm}{(R+h)^2},$$

$$\frac{1}{R^2} = 2 \frac{1}{(R+h)^2} \quad 2R^2 = (R+h)^2.$$

Якщо  $h = xR$ , то  $2R^2 = (R+xR)^2$   $2R^2 = R^2(1+x)^2$   
 $1+x = \sqrt{2}$   $x = 0,41$   $h = 0,41R$ .

19) За своєю природою розрізняють наступні сили опору руху тіла в газі і рідині: в'язке тертя і сили опору середовища. Сили в'язкого тертя обумовлені передачею імпульсу руху частинок речовини між сусідніми шарами середовища. Сили опору середовища мають іншу природу, їх розділяють на силу лобового опору і підйомну силу. Тертя ковзання і тертя кочення діють між твердими тілами. Тертя спокою є окремим випадком тертя ковзання.

28) У верхній точці колової траєкторії доцентрове прискорення мотоцикліста не може бути менше, ніж прискорення вільного падіння  $g$ :  $a_n = \frac{v^2}{R} \geq g$ .

$$\text{Тоді } v^2 = Rg, \quad v = \sqrt{gR} = \sqrt{9,8 \cdot 4} = 6,26 \approx 6,3.$$

31) Рівняння руху супутника має наступний вигляд:

$$F = ma,$$

$$\gamma \frac{Mm}{(R+h)^2} = m \frac{v^2}{(R+h)}, \quad \gamma \frac{M}{R^2} \cdot \frac{R^2}{(R+h)^2} = \frac{v^2}{(R+h)},$$

$$g \cdot \frac{R^2}{R+2R} = v^2, \quad g \cdot \frac{R}{3} = v^2,$$

$$v = \sqrt{\frac{gR}{3}}, \quad v = \sqrt{\frac{9,8 \cdot 6400000}{3}} = 4572 \approx 4,6 \text{ км/с}.$$

(відповідь с).

37) Згідно з третім законом Ньютона, сила тертя дорівнює силі тяги:

$$F_{\text{тр}} = F_{\text{т}} = 1000 \text{ Н}.$$

38) Сила тертя спокою дорівнює проєкції сили тяжіння на площину ковзання:  $F_{\text{тр}} = mg \sin 30^\circ = 80 \cdot 9,8 \cdot 1/2 \approx 400 \text{ Н}$ .

## 2.5 Сила пружності. Деформація тіла

1) Деформація твердого тіла завжди супроводжується зміною положення його елементів у просторі і один відносно одного. В окремих випадках вона може відбуватися без зміни форми і об'єму тіла.

5) Нормальна напруга – це відношення сили, що діє на тіло, до площі перпендикулярної їй поверхні, по якій розподілена ця сила. Напруга, при якій настає руйнування тіла, називається межею міцності. Відношення сили, що діє на тіло, до площі паралельної їй поверхні, по якій розподілена ця сила – це тангенціальна напруга. Силу, прикладену перпендикулярно до поверхні тіла, можна назвати нормальною силою. Зазвичай, силу, прикладену не перпендикулярно до поверхні, розкладають на нормальну і тангенціальну компоненти.

9) Модуль Юнга – це коефіцієнт пропорційності між нормальною напругою і відносною деформацією тіла. Використання модуля Юнга спільно з поняттями нормальної напруги і відносної деформації дозволяє зробити розрахунок деформації тіл складної форми під дією заданих сил. Коефіцієнт пропорційності між тангенціальною напругою і тангенсом кута зсуву деформації тіла називається модулем зсуву. Коефіцієнт пропорційності між прикладеною силою і деформацією тіла є занадто невизначеним поняттям, і тому, інтересу не становить. Коефіцієнт пропорційності між прикладеною силою і напругою фізичного сенсу не має.

19) Згідно із законом Гука,  $\epsilon = \sigma/E$ , де  $\epsilon$  – відносна деформація,  $\sigma$  – нормальна напруга, а  $E$  – модуль Юнга.  $\sigma = F/S$ ,

де  $F$  – прикладена сила, а  $S$  – площа поверхні, перпендикулярної до прикладеної сили. Підставляючи значення в початкову формулу, отримаємо:

$$\varepsilon = 10^4 / (10^{-4} \cdot 5 \cdot 10^{10}) = 0,2 \, \%.$$

21) Згідно з законом Гука для деформації зсуву:  $\operatorname{tg} \varphi = \tau / G$ ,  $\operatorname{tg} \varphi$  – тангенс кута зсуву,  $\tau$  – напруга зсуву, а  $G$  – модуль зсуву. Підставивши значення в цю формулу, отримаємо:

$$\operatorname{tg} \varphi = 5 \cdot 10^4 / 2,5 \cdot 10^6 = 2 \cdot 10^{-2}.$$

Зміщення поверхонь прокладки отримаємо по формулі:  $\Delta x = h \cdot \operatorname{tg} \varphi$ , де  $h$  – товщина прокладки. Остаточно знайдемо:  $\Delta x = 2 \cdot 2 \cdot 10^{-2} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ см} = 0,4 \text{ мм}$ .

27) За геометрією і розподілом зміщень у просторі розрізняють такі деформації: однорідну і неоднорідну, розтягування/стискування, зсуву, кручення і вигину. Однорідна деформація, на відміну від неоднорідної, не залежить від розташування деформованого елемента тіла. Деформації розтягування/стискування, зсуву, кручення і вигину викликані дією відповідних сил. На пружну і пластичну деформацію класифікують по відношенню до оборотності процесу.

30) Коефіцієнт Пуассона визначається відношенням поперечної і подовжньої деформацій. Залежністю між нормальною напругою і відносною деформацією визначається модуль Юнга. Інші неправильні варіанти відповідей сенсу не мають.

## 2.6 Динаміка обертального руху

6) Момент сили **відносно осі обертання** – це скалярна величина, аналог сили в рівнянні динаміки обертального руху відносно нерухомої осі. Проекція моменту сили на вісь обертання – це скалярна величина. Щоб її знайти, потрібно

взяти проєкцію вектора сили на напрям, перпендикулярний площині, що проходить через вісь обертання і точку прикладення сили, і помножити її на відстань від точки прикладення сили до осі обертання. З трьох таких проєкцій на різні осі можна скласти векторну величину, яку, власне, і називають моментом сили. Векторний добуток сили на радіус-вектор точки її прикладання називається моментом сили відносно нерухомої точки (початку координат). Ця величина залежить від вибору початку відліку і тому не може характеризувати обертальний рух навколо заданої осі. Інші величини, наведені як неправильні варіанти відповідей, сенсу не мають.

12) Вільні осі – це такі осі, в точках кріплення яких при обертанні сили не діють. Для симетричних тіл вільні осі співпадають з осями симетрії. Вони повинні проходити через центр мас тіла. Якщо вісь не проходить через центр мас, то при обертанні з боку тіла на неї діятиме сила, рівна доцентровій силі, що діє на центр мас. Якщо на додаток до цього розподіл мас не збалансований уздовж осі обертання, то на вісь діятиме момент сил, тобто тіло, що обертається, прагнуче повернутися навколо осі, перпендикулярної осі обертання. З наведених пояснень повинно слідувати, що положення вільних осей визначається властивостями тіла, а не напрямом координатних осей і прикладеної сили, а також наявністю і положенням точок кріплення. Варто ще додати, що вільні осі не обов'язково мають бути перпендикулярні одна одній.

15) Тензор інерції – це сукупність коефіцієнтів, що зв'язують компоненти векторів кутового прискорення і моменту сили. Тензор (другого рангу) можна визначити як математичний оператор, що задає деяке правило лінійного перетворення векторів. У разі векторів у тривимірному просторі тензор другого рангу можна представити матрицею розмірності  $3 \times 3$ , що перетворюється за певним правилом при переході від

одної системи координат до іншої. Суттєво, що обертальний рух твердого тіла можна описати за допомогою співвідношення, яке зв'язує вектор кутового прискорення з вектором моменту сили за допомогою тензора інерції. Матричне представлення цього тензора в загальному випадку містить дев'ять компонент. Його вид залежить від вибору системи координат. Вказані як неправильні варіанти відповіді не узгоджуються з цими властивостями.

16) Момент інерції абсолютно твердого тіла відносно нерухомої осі обертання залежить тільки від розподілу мас за об'ємом тіла. Момент інерції матеріальної точки відносно нерухомої осі – це скалярна величина, рівна добутку її маси на квадрат відстані до осі обертання. Щоб розрахувати момент інерції тіла складної форми, потрібно розбити його на малі частини, розрахувати їх моменти інерції як для матеріальних точок і скласти їх (інтеграл). З такого визначення видно, що момент інерції відносно нерухомої осі обертання є скаляром і не залежить ні від орієнтації осей координат, ні від кутового прискорення, ні від моменту прикладеної сили.

19) Теорему Штейнера можна сформулювати таким чином. Момент інерції відносно довільної осі дорівнює сумі моменту інерції відносно осі, паралельної даній і такої, що проходить через центр мас тіла, і добутку маси тіла на квадрат відстані між осями. Ця теорема дозволяє розрахувати момент інерції тіла відносно довільної осі, паралельної осі, що проходить через центр мас тіла, момент інерції відносно якої відомий. Твердження: "момент сили, прикладеної до тіла, дорівнює похідній за часом з добутку моменту інерції на кутову швидкість" є формулюванням закону динаміки обертового руху, "момент сили дорівнює добутку сили на плече сили" – це визначення моменту сили, а "шляхом перетворення системи координат можна отримати тензор моменту інерції

діагонального виду" констатує властивості тензора інерції. (Відповідь с).

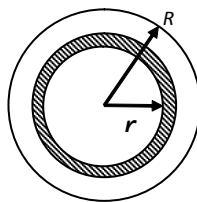
21) Момент інерції однорідного диска радіуса  $R$  і маси  $m$  відносно його осі симетрії визначається виразом:  $J = \frac{1}{2}mR^2$ .

Для отримання даного результату необхідно проінтегрувати вираз  $J = \int_V r^2 dm$ . Для цього розіб'ємо диск на тонкі кільця

радіусом  $r$  і товщиною  $dr$  такою, що  $dr \ll r$ . Кільце одно-

рідне, тоді його густина  $\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\pi R^2 h}$ , де

$h$  – товщина диска. Масу кільця виражаємо через його об'єм:  $dm = 2\pi r dr h \cdot \rho$ . Інтегруємо в межах від 0 до  $R$ :



$$\begin{aligned}
 J &= \int_0^R r^2 dm = \int_0^R r^2 2\pi r dr h \cdot \rho = \rho \cdot 2\pi h \int_0^R r^3 dr = \\
 &= \frac{m}{\pi R^2 h} \cdot 2\pi h \int_0^R r^3 dr = \frac{2m}{R^2} \cdot \left( \frac{R^4}{4} - 0 \right) = \frac{1}{2} m R^2.
 \end{aligned}$$

(Відповідь b).

25) Момент інерції тонкостінного циліндра радіуса  $R$  і маси  $m$  відносно його осі симетрії визначається виразом:  $J = mR^2$ . Для осі обертання, що паралельна осі симетрії, слід застосувати теорему Штейнера:

$$J = J_c + md^2,$$

де  $J_c$  – момент інерції тіла відносно осі, що проходить через центр мас;  $m$  – маса тіла;  $d$  – відстань між осями.

В нашому випадку  $d = R$ , тоді

$$J = mR^2 + mR^2 = 2mR^2.$$

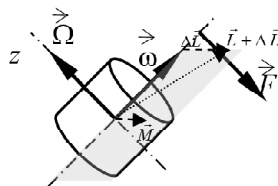
(Відповідь  $c$ ).

26) Момент інерції тіла відносно нерухомої осі обертання залежить від розподілу мас за об'ємом тіла. Момент інерції матеріальної точки відносно нерухомої осі – це скалярна величина, рівна добутку її маси на квадрат відстані до осі обертання. Чим більша кількість точок (мас) зосереджена на більшій відстані від осі обертання, тим більший момент інерції (при рівних масах тіл). (Відповідь  $b$ ).

29) Величина імпульсу системи визначається швидкістю її центра мас. У даному випадку центр мас нерухомий, тому імпульс циліндра дорівнює нулю. (Відповідь  $c$ ).

32) Гіроскоп – це масивне тіло, що обертається з великою швидкістю навколо своєї осі симетрії. Важливою властивістю гіроскопа є його здатність зберігати напрям осі обертання при її нежорсткому закріпленні. Ця властивість використовується для створення на основі гіроскопів гірокомпасів, які дозволяють виявляти малі повороти об'єкта в просторі. (Відповідь  $d$ ).

35) Напрямок вектора  $\vec{\Omega}$  кутової швидкості прецесії гіроскопа визначається напрямком повороту моменту імпульсу  $\Delta\vec{L}$ , який ( $\Delta\vec{L}$ ) співпадає з напрямком вектора моменту сили  $\vec{M}$  (сірим позначена площина, перпендикулярна площині рисунка).



Вектор моменту імпульсу повертається в цій площині (на даному рисунку – від нас). Цей поворот повинен вилядати як поворот проти годинникової стрілки з кінця вектора  $\vec{\Omega}$ .

(Відповідь *b*).

39) Момент сили визначається з формули  $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$   
 $M = r \cdot F \cdot \sin \alpha$ .

Його одиниці в СІ

$$[M] = \text{м} \cdot \text{Н} = \text{м} \cdot \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2}.$$

(Відповідь *a*).

43) У даному випадку момент сили визначиться як добуток радіуса колеса на силу тертя:  $M = RF_T = 0,4 \cdot 600 = 240 \text{ Н} \cdot \text{м}$ . Маса велосипедиста значення не має. (Відповідь *b*).

46) При прямолінійному русі поняття моменту інерції стає непридатним. Формально в цьому випадку можна покласти радіус обертання рівним нескінченності й отримати нескінченно великий момент інерції. Проте така відповідь сенсу не має. (Відповідь *a*).

48) Момент інерції відносно поперечної осі симетрії стержня  $J_c = \frac{1}{12} ml^2$ .

Момент інерції стержня відносно осі, що проходить перпендикулярно стержню через його кінець, за теоремою Штейнера визначається так:

$$\begin{aligned} J &= J_c + md^2 = \frac{1}{12} ml^2 + m \left( \frac{l}{2} \right)^2 = \\ &= \frac{1}{12} ml^2 + \frac{1}{4} ml^2 = \frac{4}{12} ml^2. \end{aligned}$$

$$\text{Відношення } \frac{J}{J_c} = \frac{\frac{4}{12} ml^2}{\frac{1}{12} ml^2} = 4.$$

Тоді  $J = 4J_c = 4 \cdot 5 = 20 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ . (Відповідь с).

## 2.7 Закони збереження

1) Механічна система називається замкнутою, якщо в ній діють тільки внутрішні сили. Розподіл сил на внутрішні і зовнішні важливий для формулювання законів збереження. Закони збереження справедливі тільки для замкнутих систем. Ці закони також виконуються приблизно для систем, які можна умовно вважати замкнутими. Наприклад, якщо взаємодія здійснюється в течії досить короткого проміжку часу, або зовнішні сили діють тільки в одному напрямі в просторі. Механічні системи, на елементи яких не діють ніякі сили, практично не цікаві. У них закони збереження виконуються для кожного елементу. Система, в якій діють тільки внутрішні консервативні сили, є замкнутою і в ній зберігається механічна енергія.

3) Найбільший інтерес у класичній механіці становлять інтеграли руху: енергія, імпульс і момент імпульсу. Інші збережені величини не зберігаються з часом.

4) В основі закону збереження енергії лежить властивість однорідності часу. Це означає рівнозначність усіх моментів часу, або, іншими словами, якщо який-небудь фізичний процес здійснити із затримкою за часом за тих же початкових умов, то він проходитиме так само, як і без затримки.

5) В основі закону збереження імпульсу лежить властивість однорідності простору. Це означає рівнозначність усіх точок простору, або, іншими словами, якщо якийсь фізичний про-

цес здійснити у фізичній системі зі зміщенням у просторі за тих же початкових умов, то він проходитиме так само, як і без зміщення.

6) В основі закону збереження моменту імпульсу лежить властивість ізотропної простору. Це означає рівнозначність усіх напрямів простору, або, іншими словами, якщо якийсь фізичний процес здійснити з поворотом фізичної системи в просторі за тих же початкових умов, то він проходитиме так само, як і без повороту.

7) Закони збереження енергії, імпульсу і моменту імпульсу виконуються незалежно від швидкостей руху та інерціальності системи відліку. Це обумовлено універсальними властивостями простору і часу, які лежать в основі законів збереження.

8) Значення законів збереження полягає в тому, що їх використання дозволяє полегшити вирішення деяких завдань механіки. Зазвичай їх використання ґрунтується на тому, що вони накладають додаткові умови на значення динамічних змінних, завдяки яким стає можливим зменшити обсяг обчислень або знайти допустимі стани системи. Наприклад, використання закону збереження енергії дозволяє без розв'язування рівнянь руху легко знайти максимальну висоту, на яку може піднятися тіло, підкинуте вертикально вгору із заданою швидкістю. Вони не задають рівнянь, подібних до рівнянь руху, розв'язуючи які можна повністю описати рух тіла, або, що те ж саме, не дозволяють знайти, як змінюються координати і швидкості тіл (основне завдання механіки), не розв'язуючи рівнянь руху.

17) Відносно потенційної енергії тіла можна стверджувати, що вона не залежить від швидкості його руху. Її зміна при переміщенні з однієї точки простору в іншу дорівнює роботі консервативних сил, що здійснюється над тілом. Це співвідношення фактично служить визначенням потенційної енергії.

19) Механічна енергія включає в себе енергію пружної деформації, кінетичну і потенціальну енергії. Ця величина є інтегралом руху в замкнутій консервативній механічній системі. У разі неконсервативної системи частина роботи, що виконується силами взаємодії, перетворюється на інші види енергії, наприклад, у тепло. Тому робота, що витрачається на пластичну деформацію, не є частиною механічної енергії.

21) Механічна робота, що здійснюється при переміщенні тіла, в загальному випадку визначається як інтеграл уздовж шляху руху від скалярного добутку сили на елементарне переміщення тіла. На малій ділянці шляху силу, що діє на тіло, можна вважати сталою. При цьому елементарна робота, що здійснюється силою по переміщенню тіла по цій ділянці, дорівнює скалярному добутку сили на переміщення. Щоб знайти повну роботу, здійснювану по переміщенню тіла вздовж усього шляху, потрібно скласти всі елементарні величини роботи. При нескінченно малих елементарних переміщеннях сума перейде в інтеграл. Визначення роботи як скалярного добутку сили, що діє на тіло, на його переміщення, буде вірним тільки в окремому випадку, коли тіло рухається по прямій під дією постійної сили. Різниця механічних (і потенційних) енергій тіла в початковій і кінцевій точках руху може не дорівнювати досконалій над ним роботі через зміну енергії інших тіл, що взаємодіють з даним, наприклад, їх нагрівом у результаті тертя. У варіанті відповіді, в якій робота визначається як різниця потенційних енергій, так само упускається з виду можливість здійснення роботи за рахунок зміни кінетичної енергії тіла.

27) Кінетична енергія тіла може бути знайдена за формулою  $W = \frac{mv^2}{2}$ . При однаковій швидкості тіл вона прямо визначається їх масою. Оскільки імпульс тіла дорівнює  $p = mv$ , то

при однаковій швидкості він більший у тих тіл, у яких більша маса. За графіком  $W_3 > W_1 > W_2$ . (Відповідь с).

30) Справедливі наступні твердження: 1) Механічна енергія замкнутої консервативної системи залишається постійною. 2) Механічна енергія тіла не змінюється під дією консервативних сил. За наявності неконсервативних сил у замкнутій системі механічна енергія може переходити в інші форми. Наприклад, за наявності сил тертя механічна енергія переходить у теплову. Одне фізичне тіло можна розглядати як механічну систему. Якщо воно взаємодіє з іншими тілами, то таку систему не можна назвати замкнутою. Її енергія в загальному випадку не зберігається. Проте, якщо на тіло діють тільки зовнішні консервативні сили, то можна розглядати систему, яка складається з тіла, що знаходиться в потенційному полі зовнішніх сил, і застосовувати до неї закон збереження механічної енергії.

34) Необхідною і достатньою умовою стійкої рівноваги тіла є мінімум потенційної енергії і рівність нулю кінетичної енергії. Необхідними умовами рівноваги є рівність нулю першої похідної потенційної енергії по координаті і рівність нулю кінетичної енергії тіла. Обидві ці умови, проте, не є достатніми для стійкості рівноваги. Так, якщо тіло, яке покоїться, знаходиться в положенні максимуму потенційної енергії, то найменша дія виведе його з цього стану. З іншого боку, тіло в положенні мінімуму потенційної енергії може рухатися і, таким чином, не перебувати в стані рівноваги. Необхідну і достатню умову стійкості рівноваги отримаємо, якщо доповнити вимогу мінімальності потенціальної енергії вимогою рівності нулю швидкості руху (або кінетичної енергії) тіла.

35) Закон збереження імпульсу можна сформулювати таким чином. Імпульс замкнутої системи матеріальних тіл залишається постійним. На відміну від закону збереження енергії

тут не потрібна консервативність системи. Варто звернути увагу, що імпульс є векторною величиною, тому закон зберігання імпульсу означає збереження кожного з його компонентів окремо. Ще однією особливістю є те, що в завданнях зіткнення тіл незамкнуті системи зазвичай можна приблизно вважати замкнутими, оскільки взаємодія при зіткненні здійснюється за короткий проміжок часу і його сила набагато перевищує зовнішні сили. У твердженні: "Імпульс консервативної системи матеріальних тіл залишається сталим" немає вказівки на замкнутість системи, а в твердженні: "Імпульс тіла не змінюється при взаємодії" мається на увазі незамкнута система, що складається з одного взаємодіючого тіла. Тому ці відповіді не є правильними.

38) Закон збереження моменту імпульсу формують таким чином. Момент імпульсу замкнутої системи залишається постійним. Вказівка на консервативність системи при формулюванні закону збереження моменту імпульсу є зайвою. Інерціальними є системи відліку, а не механічні системи, тому не коректно говорити про закон збереження моменту імпульсу інерціальної системи.

46) Для того, щоб утримувати вантаж у нерухомому стані, здійснювати роботу не потрібно:  $A = F \times 0 = 0$  Дж.

47) Радіус-вектор тіла спрямований під кутом  $45^\circ$  до вектора швидкості. Скориставшись виразом  $M = r \cdot v \cdot m \cdot \sin \alpha$ , де  $M$  – проекція моменту імпульсу,  $r$  – радіус обертання,  $v$  – модуль вектора швидкості тіла,  $m$  – його маса, а  $\alpha$  – кут між радіусом і швидкістю, отримаємо

$$M = \sqrt{2} \cdot 3 \cdot 1 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 3 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}}.$$

## ВІДПОВІДІ

## 1 Обробка результатів вимірювань

| № питання | відповіді               | № питання | відповіді      | № питання | відповіді   | № питання | відповіді      |
|-----------|-------------------------|-----------|----------------|-----------|-------------|-----------|----------------|
| 1         | <i>d</i>                | 10        | <i>b</i>       | 19        | <i>b, c</i> | 28        | <i>a</i>       |
| 2         | <i>c</i>                | 11        | <i>c</i>       | 20        | <i>a</i>    | 29        | <i>c</i>       |
| 3         | <i>c</i>                | 12        | <i>d</i>       | 21        | <i>a, d</i> | 30        | <i>d</i>       |
| 4         | <i>b</i>                | 13        | <i>d</i>       | 22        | <i>d</i>    | 31        | <i>b</i>       |
| 5         | <i>a</i>                | 14        | <i>a, d</i>    | 23        | <i>b</i>    | 32        | <i>c, d</i>    |
| 6         | <i>b</i>                | 15        | <i>b</i>       | 24        | <i>a</i>    | 33        | <i>d</i>       |
| 7         | <i>d</i>                | 16        | <i>a, b, d</i> | 25        | <i>c</i>    | 34        | <i>b, d, e</i> |
| 8         | <i>-, 6, 3, 1, 2, 7</i> | 17        | <i>a</i>       | 26        | <i>b</i>    | 35        | <i>e</i>       |
| 9         | <i>a</i>                | 18        | <i>d</i>       | 27        | <i>d</i>    | 36        | <i>e</i>       |

## 2 Механіка

## 2.1 Основні поняття механіки

| № питання | відповіді      | № питання | відповіді | № питання | відповіді      | № питання | відповіді |
|-----------|----------------|-----------|-----------|-----------|----------------|-----------|-----------|
| 1         | <i>c</i>       | 12        | <i>d</i>  | 23        | <i>a, b, e</i> | 34        | <i>c</i>  |
| 2         | <i>b, d</i>    | 13        | <i>d</i>  | 24        | <i>a</i>       | 35        | <i>a</i>  |
| 3         | <i>a, c, d</i> | 14        | <i>a</i>  | 25        | <i>c</i>       | 36        | <i>c</i>  |
| 4         | <i>b</i>       | 15        | <i>b</i>  | 26        | <i>d</i>       | 37        | <i>a</i>  |
| 5         | <i>a, d</i>    | 16        | <i>c</i>  | 27        | <i>a</i>       | 38        | <i>a</i>  |
| 6         | <i>a</i>       | 17        | <i>b</i>  | 28        | <i>c</i>       | 39        | <i>a</i>  |
| 7         | <i>a, c</i>    | 18        | <i>a</i>  | 29        | <i>b</i>       | 40        | <i>d</i>  |
| 8         | <i>d, e</i>    | 19        | <i>a</i>  | 30        | <i>b</i>       | 41        | <i>a</i>  |
| 9         | <i>a, b, f</i> | 20        | <i>c</i>  | 31        | <i>b, d</i>    | 42        | <i>c</i>  |
| 10        | <i>b</i>       | 21        | <i>a</i>  | 32        | <i>a</i>       |           |           |
| 11        | <i>b</i>       | 22        | <i>d</i>  | 33        | <i>b</i>       |           |           |

## 2.2 Кінематика

| № питання | відповіді   | № питання | відповіді   | № питання | відповіді | № питання | відповіді |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1         | <i>b</i>    | 22        | <i>d</i>    | 43        | <i>a</i>  | 64        | <i>e</i>  |
| 2         | <i>d, e</i> | 23        | <i>c</i>    | 44        | <i>d</i>  | 65        | <i>b</i>  |
| 3         | <i>a, d</i> | 24        | <i>c</i>    | 45        | <i>c</i>  | 66        | <i>c</i>  |
| 4         | <i>a</i>    | 25        | <i>d</i>    | 46        | <i>c</i>  | 67        | <i>a</i>  |
| 5         | <i>b</i>    | 26        | <i>b</i>    | 47        | <i>c</i>  | 68        | <i>b</i>  |
| 6         | <i>c, h</i> | 27        | <i>a</i>    | 48        | <i>d</i>  | 69        | <i>a</i>  |
| 7         | <i>c</i>    | 28        | <i>b</i>    | 49        | <i>d</i>  | 70        | <i>a</i>  |
| 8         | <i>a</i>    | 29        | <i>c</i>    | 50        | <i>c</i>  | 71        | <i>a</i>  |
| 9         | <i>a</i>    | 30        | <i>b</i>    | 51        | <i>e</i>  | 72        | <i>c</i>  |
| 10        | <i>a</i>    | 31        | <i>d</i>    | 52        | <i>b</i>  | 73        | <i>a</i>  |
| 11        | <i>a</i>    | 32        | <i>a</i>    | 53        | <i>c</i>  | 74        | <i>b</i>  |
| 12        | <i>c</i>    | 33        | <i>c</i>    | 54        | <i>b</i>  | 75        | <i>b</i>  |
| 13        | <i>d</i>    | 34        | <i>d, h</i> | 55        | <i>d</i>  | 76        | <i>a</i>  |
| 14        | <i>a</i>    | 35        | <i>a</i>    | 56        | <i>c</i>  | 77        | <i>b</i>  |
| 15        | <i>d</i>    | 36        | <i>c</i>    | 57        | <i>a</i>  | 78        | <i>c</i>  |
| 16        | <i>d</i>    | 37        | <i>a</i>    | 58        | <i>a</i>  | 79        | <i>d</i>  |
| 17        | <i>a</i>    | 38        | <i>c</i>    | 59        | <i>b</i>  | 80        | <i>b</i>  |
| 18        | <i>b</i>    | 39        | <i>a</i>    | 60        | <i>b</i>  | 81        | <i>c</i>  |
| 19        | <i>a</i>    | 40        | <i>b</i>    | 61        | <i>a</i>  | 82        | <i>c</i>  |
| 20        | <i>b</i>    | 41        | <i>a</i>    | 62        | <i>d</i>  | 83        | <i>b</i>  |
| 21        | <i>a, e</i> | 42        | <i>c</i>    | 63        | <i>c</i>  |           |           |

## 2.3 Динаміка. Закони Ньютона

| № питання | відповіді | № питання | відповіді | № питання | відповіді | № питання | відповіді |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1         | <i>c</i>  | 15        | <i>a</i>  | 29        | <i>d</i>  | 43        | <i>a</i>  |
| 2         | <i>d</i>  | 16        | <i>a</i>  | 30        | <i>e</i>  | 44        | <i>d</i>  |
| 3         | <i>d</i>  | 17        | <i>c</i>  | 31        | <i>e</i>  | 45        | <i>d</i>  |
| 4         | <i>a</i>  | 18        | <i>b</i>  | 32        | <i>d</i>  | 46        | <i>b</i>  |
| 5         | <i>c</i>  | 19        | <i>e</i>  | 33        | <i>a</i>  | 47        | <i>a</i>  |
| 6         | <i>a</i>  | 20        | <i>a</i>  | 34        | <i>d</i>  | 48        | <i>a</i>  |
| 7         | <i>b</i>  | 21        | <i>d</i>  | 35        | <i>a</i>  | 49        | <i>b</i>  |
| 8         | <i>a</i>  | 22        | <i>a</i>  | 36        | <i>a</i>  | 50        | <i>a</i>  |
| 9         | <i>d</i>  | 23        | <i>b</i>  | 37        | <i>c</i>  | 51        | <i>c</i>  |
| 10        | <i>a</i>  | 24        | <i>d</i>  | 38        | <i>a</i>  | 52        | <i>d</i>  |
| 11        | <i>a</i>  | 25        | <i>d</i>  | 39        | <i>a</i>  | 53        | <i>a</i>  |
| 12        | <i>d</i>  | 26        | <i>b</i>  | 40        | <i>c</i>  | 54        | <i>c</i>  |
| 13        | <i>a</i>  | 27        | <i>d</i>  | 41        | <i>d</i>  | 55        | <i>c</i>  |
| 14        | <i>a</i>  | 28        | <i>c</i>  | 42        | <i>a</i>  | 56        | <i>d</i>  |

## 2.4 Сили. Гравітація і тертя

| № питання | відповіді         | № питання | відповіді   | № питання | відповіді | № питання | відповіді |
|-----------|-------------------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1         | <i>a, d, f, g</i> | 11        | <i>b</i>    | 21        | <i>a</i>  | 31        | <i>c</i>  |
| 2         | <i>a, b</i>       | 12        | <i>b, c</i> | 22        | <i>a</i>  | 32        | <i>d</i>  |
| 3         | <i>b</i>          | 13        | <i>d</i>    | 23        | <i>d</i>  | 33        | <i>e</i>  |
| 4         | <i>d</i>          | 14        | <i>c</i>    | 24        | <i>c</i>  | 34        | <i>d</i>  |
| 5         | <i>c, e, f</i>    | 15        | <i>b</i>    | 25        | <i>d</i>  | 35        | <i>b</i>  |
| 6         | <i>c</i>          | 16        | <i>a</i>    | 26        | <i>d</i>  | 36        | <i>d</i>  |
| 7         | <i>a, b, d</i>    | 17        | <i>d</i>    | 27        | <i>c</i>  | 37        | <i>a</i>  |
| 8         | <i>a</i>          | 18        | <i>c</i>    | 28        | <i>a</i>  | 38        | <i>c</i>  |
| 9         | <i>a</i>          | 19        | <i>a, e</i> | 29        | <i>d</i>  | 39        | <i>b</i>  |
| 10        | <i>a</i>          | 20        | <i>c, d</i> | 30        | <i>a</i>  | 40        | <i>c</i>  |

## 2.5 Сила пружності. Деформація тіла

| № питання | відповіді   | № питання | відповіді   | № питання | відповіді   | № питання | відповіді   |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 1         | <i>a, d</i> | 9         | <i>d</i>    | 17        | <i>a</i>    | 25        | <i>c, e</i> |
| 2         | <i>c</i>    | 10        | <i>d</i>    | 18        | <i>c</i>    | 26        | <i>a, b</i> |
| 3         | <i>b</i>    | 11        | <i>d, e</i> | 19        | <i>b</i>    | 27        | <i>a, b</i> |
| 4         | <i>d</i>    | 12        | <i>d</i>    | 20        | <i>c</i>    | 28        | <i>b, d</i> |
| 5         | <i>b</i>    | 13        | <i>b</i>    | 21        | <i>b</i>    | 29        | <i>a</i>    |
| 6         | <i>d</i>    | 14        | <i>d, e</i> | 22        | <i>a, d</i> | 30        | <i>a</i>    |
| 7         | <i>a</i>    | 15        | <i>b</i>    | 23        | <i>b</i>    | 31        | <i>b</i>    |
| 8         | <i>a</i>    | 16        | <i>c</i>    | 24        | <i>b</i>    | 32        | <i>a</i>    |

## 2.6 Динаміка обертального руху

| № питання | відповіді | № питання | відповіді | № питання | відповіді | № питання | відповіді |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1         | <i>d</i>  | 13        | <i>c</i>  | 25        | <i>c</i>  | 37        | <i>d</i>  |
| 2         | <i>a</i>  | 14        | <i>a</i>  | 26        | <i>b</i>  | 38        | <i>e</i>  |
| 3         | <i>c</i>  | 15        | <i>a</i>  | 27        | <i>c</i>  | 39        | <i>a</i>  |
| 4         | <i>b</i>  | 16        | <i>c</i>  | 28        | <i>d</i>  | 40        | <i>e</i>  |
| 5         | <i>d</i>  | 17        | <i>c</i>  | 29        | <i>c</i>  | 41        | <i>d</i>  |
| 6         | <i>b</i>  | 18        | <i>d</i>  | 30        | <i>d</i>  | 42        | <i>c</i>  |
| 7         | <i>a</i>  | 19        | <i>c</i>  | 31        | <i>b</i>  | 43        | <i>b</i>  |
| 8         | <i>a</i>  | 20        | <i>a</i>  | 32        | <i>d</i>  | 44        | <i>d</i>  |
| 9         | <i>b</i>  | 21        | <i>b</i>  | 33        | <i>a</i>  | 45        | <i>b</i>  |
| 10        | <i>b</i>  | 22        | <i>a</i>  | 34        | <i>a</i>  | 46        | <i>a</i>  |
| 11        | <i>b</i>  | 23        | <i>d</i>  | 35        | <i>b</i>  | 47        | <i>b</i>  |
| 12        | <i>c</i>  | 24        | <i>a</i>  | 36        | <i>c</i>  | 48        | <i>c</i>  |

## 2.7 Енергія. Закони збереження

| № питання | відповіді      | № питання | відповіді   | № питання | відповіді   | № питання | відповіді |
|-----------|----------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-----------|
| 1         | <i>a</i>       | 13        | <i>c</i>    | 25        | <i>c</i>    | 37        | <i>d</i>  |
| 2         | <i>d</i>       | 14        | <i>a</i>    | 26        | <i>d</i>    | 38        | <i>b</i>  |
| 3         | <i>a, f, g</i> | 15        | <i>b</i>    | 27        | <i>c</i>    | 39        | <i>b</i>  |
| 4         | <i>c</i>       | 16        | <i>c</i>    | 28        | <i>d</i>    | 40        | <i>a</i>  |
| 5         | <i>d</i>       | 17        | <i>c, d</i> | 29        | <i>c</i>    | 41        | <i>a</i>  |
| 6         | <i>a</i>       | 18        | <i>e</i>    | 30        | <i>b, d</i> | 42        | <i>d</i>  |
| 7         | <i>a</i>       | 19        | <i>d</i>    | 31        | <i>b</i>    | 43        | <i>b</i>  |
| 8         | <i>b, c</i>    | 20        | <i>a</i>    | 32        | <i>a</i>    | 44        | <i>e</i>  |
| 9         | <i>c, d</i>    | 21        | <i>b</i>    | 33        | <i>a, b</i> | 45        | <i>d</i>  |
| 10        | <i>a, d</i>    | 22        | <i>a</i>    | 34        | <i>d</i>    | 46        | <i>c</i>  |
| 11        | <i>e</i>       | 23        | <i>e</i>    | 35        | <i>a</i>    | 47        | <i>d</i>  |
| 12        | <i>a</i>       | 24        | <i>a</i>    | 36        | <i>c</i>    | 48        | <i>a</i>  |

---

---

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. **Бушок, Г. Ф.** Курс фізики [Текст] : навч. посіб. : у 2 кн. Кн. 1. Фізичні основи механіки. Електрика і магнетизм / Г. Ф. Бушок, В. В. Левандовський, Г. Ф. Півень. – К. : Либідь, 1997.
2. **Детлаф, А. А.** Курс фізики [Текст] : учеб. пособ. для вузів / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. – М. : Высш. шк., 1989.
3. **Дущенко, В. П.** Загальна фізика. Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка [Текст] : навч. посіб. / В. П. Дущенко, І. М. Кучерук. – К. : Вища школа, 1993.
4. Загальний курс фізики. Збірник задач [Текст] : навч. посіб. / за ред. І. П. Гаркуші. – К. : Техніка, 2009.
5. **Иродов, И. Е.** Задачи по общей физике [Текст] : учеб. пособ. / И. Е. Иродов. – М. : Наука, 1979.
6. Курс фізики [Текст] : навч. посіб. / І. Р. Зачек, І. М. Кравчук, Б. М. Романишин, Ф. М. Гончар. – Л. : Бескид Біт, 2002.
7. Механіка–1 [Текст] : методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу фізики / за ред. О. О. Мочалова, О. О. Таранчука. – Миколаїв : УДМТУ, 2003.
8. Механіка–2 [Текст] : методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу фізики / за ред. О. О. Мочалова, В. П. Сипка. – Миколаїв : УДМТУ, 2003.
9. **Мочалов, А. А.** Курс фізики [Текст] : учеб. пособ. : в 2 т. / А. А. Мочалов. – Николаев : НУК, 2008.

10. **Савельев, И. В.** Курс физики [Текст] : учеб. пособ. : в 3 т. Т. 1. Механика, колебания и волны, молекулярная физика / И. В. Савельев. – М. : Наука, 1978.

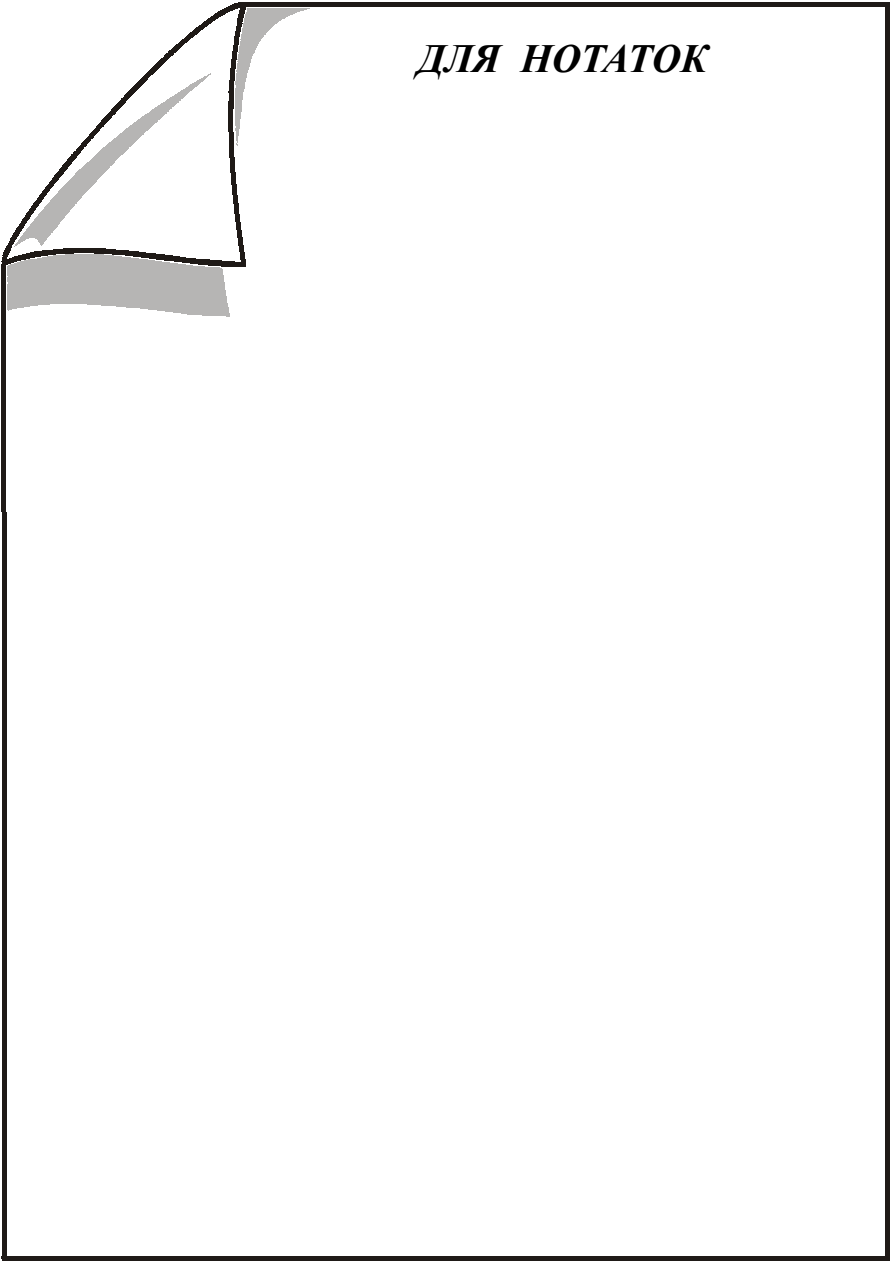
11. **Трофимова, Т. И.** Курс физики [Текст] : учеб. пособ. / Т. И. Трофимова. – М. : Высш. шк., 1985.

12. **Чертов, А. Г.** Задачник по физике [Текст] : учеб. пособ. / А. Г. Чертов, А. А. Воробьев, М. Ф. Федоров. – М. : Высш. шк., 1973.

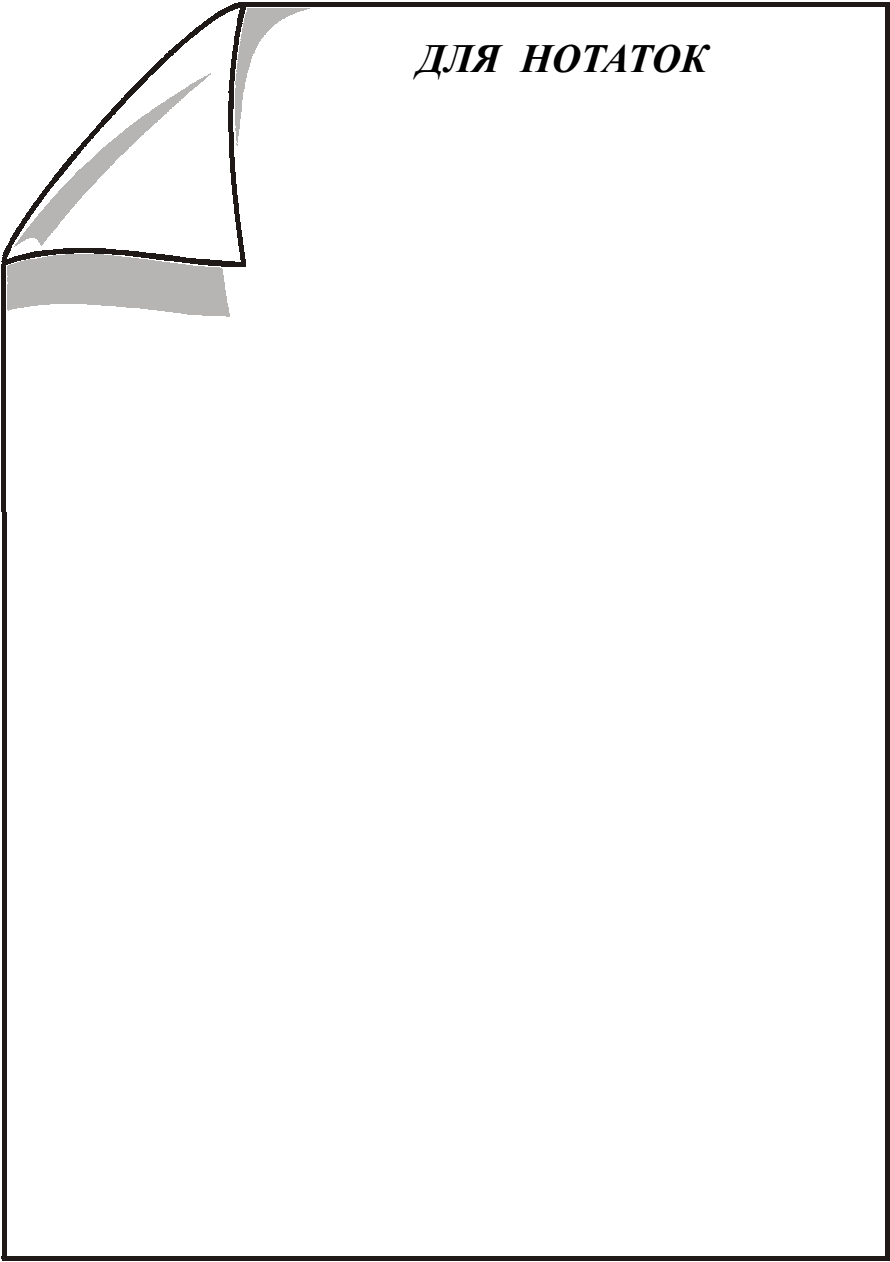


## ЗМІСТ

|                                             |     |
|---------------------------------------------|-----|
| Вступ .....                                 | 3   |
| 1 Обробка результатів вимірювань .....      | 6   |
| 2 Механіка .....                            | 15  |
| 2.1 Основні поняття механіки .....          | 15  |
| 2.2 Кінематика .....                        | 22  |
| 2.3 Динаміка. Закони Ньютона .....          | 39  |
| 2.4 Сили. Гравітація і тертя .....          | 49  |
| 2.5 Сила пружності. Деформація тіла .....   | 56  |
| 2.6 Динаміка обертового руху .....          | 62  |
| 2.7 Енергія. Закони збереження .....        | 73  |
| Пояснення до окремих тестових завдань ..... | 85  |
| 1 Обробка результатів вимірювань .....      | 85  |
| 2 Механіка .....                            | 89  |
| 2.1 Основні поняття механіки .....          | 89  |
| 2.2 Кінематика .....                        | 94  |
| 2.3 Динаміка. Закони Ньютона .....          | 97  |
| 2.4 Сили. Гравітація і тертя .....          | 100 |
| 2.5 Сила пружності. Деформація тіла .....   | 103 |
| 2.6 Динаміка обертового руху .....          | 104 |
| 2.7 Закони збереження .....                 | 110 |
| Відповіді .....                             | 115 |
| Список рекомендованої літератури .....      | 119 |



***ДЛЯ ЗАДАТОК***



***ДЛЯ ЗАДАТОК***

Навчальне видання

**МОЧАЛОВ** Олександр Олександрович

**ШЕНКЕВИЧ** Володимир Миколайович

**ШАПОВАЛ** Наталя Олександрівна

**УШКАЦ** Михайло Вікторович

**КОВАЛЬ** Сергій Станіславович

**БУРУНІНА** Жанна Юріївна

**ЄВФИМКО** Костянтин Дмитрович

**ТКАЧЕНКО** Тетяна Олександрівна

**БОЙКО** Олена Петрівна

**СВІНЦОВА** Ірина Іванівна

## **ЗБІРНИК ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ ІЗ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ**

**У 6 частинах**

**Частина 1. Механіка**

Навчальний посібник

За редакцією О. О. Мочалова, В. М. Шенкевича

Редактор *О. Є. Вакула*

Комп'ютерне складання та верстання *В. В. Москаленко*

Коректор *М. О. Паненко*

---

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 7,4. Тираж 100 прим. Вид. № 24. Зам. № 0810-62.

Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова

просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025

E-mail : [publishing@nuos.edu.ua](mailto:publishing@nuos.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6402 від 19.09.2018 р.