

БЛАНК ВІДПОВІДЕЙ
I (дистанційного) етапу Всеукраїнської олімпіади
Національного університету харчових технологій з ФІЗИКИ
2021

(Прізвище, ім'я, по-батькові учасника)

Оцінювання роботи

1 – 3 питання – оцінюються по 4 бали;

4 – 7 питання - оцінюються по 5 балів;

8 – 11 питання - оцінюються по 7 балів;

12 - 15 питання - оцінюються по 10 балів;

разом – 100 балів.

Відповіді на питання

Просимо правильну відповідь позначити в таблиці знаком «+».

№1.

| | |
|----------|---|
| А | |
| Б | |
| В | |
| Г | + |

№2.

| | |
|----------|---|
| А | |
| Б | |
| В | |
| Г | + |

№3.

| | |
|----------|---|
| А | |
| Б | |
| В | + |
| Г | |

№4.

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| А | Б | В | Г |
| + | | | |

№5.

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| А | Б | В | Г |
| | | | + |

№6.

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| А | Б | В | Г |
| | | + | |

№7.

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| А | Б | В | Г |
| + | | | |

(Прізвище, ім'я, по-батькові учасника)

№8.

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| A | Б | В | Г |
| | | + | |

№9.

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| A | Б | В | Г |
| | | + | |

№10.

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| A | Б | В | Г |
| | | + | |

№11.

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| A | Б | В | Г |
| + | | | |

№12.

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| A | Б | В | Г |
| | + | | |

№13.

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| A | Б | В | Г |
| | + | | |

№14.

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| A | Б | В | Г |
| | + | | |

№15.

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| A | Б | В | Г |
| | + | | |

МАКСИМАЛЬНА КІЛЬКІСТЬ БАЛІВ – 100

До участі у II етапі Всеукраїнської олімпіади Національного університету харчових технологій з ФІЗИКИ допускаються учасники, які набрали не менше 75 балів на I етапі

Голова предметно-методичної комісії
Всеукраїнської олімпіади НУХТ з фізики,
к. ф.-м. н., доцент

Лазаренко М.В.

Завдання №4

Велосипедист проїхав повз зустрічну колону автомобілів за 1 хвилину, рухаючись зі швидкістю 16 км/год. Визначте довжину колони, якщо швидкість її руху дорівнює 56 км/год.

| А | Б | В | Г |
|--------|-------|-------|-------|
| 1200 м | 720 м | 670 м | 400 м |

Розв'язання. Швидкості руху велосипедиста та колони автомобілів (відповідно v_1 і v_2) наведені, безумовно, відносно Землі. У системі ж відліку, в якій колона є нерухомою, швидкість руху велосипедиста $v = v_1 + v_2 = 72$ км/год = 20 м/с. Отже, за час $t = 1$ хв = 60 с велосипедист переміщується відносно колони на відстань $s = vt = 1200$ м. Саме такою є довжина колони. Правильна відповідь А.

Завдання №5

Визначте вагу тіла масою $m = 6$ кг, яке рухається з прискоренням $a = 2$ м/с², напрямленим вгору. Вважайте, що $g = 10$ м/с².

| А | Б | В | Г |
|------|------|------|------|
| 12 Н | 48 Н | 60 Н | 72 Н |

Розв'язання. Розглянемо тіло, на яке діють сила \vec{N} реакції опори, напрямлена вгору, та сила тяжіння $m\vec{g}$, напрямлена вниз. Записавши рівняння другого закону Ньютона в проекції на вертикальну вісь координат, отримаємо $ma = -mg + N$, звідки $N = m(a + g)$. Із третього закону Ньютона випливає, що вага тіла \vec{P} (сила, з якою тіло діє на опору) за модулем дорівнює силі реакції опори. Отже, $P = m(a + g) = 72$ Н. Правильна відповідь Г.

Завдання №6

Температура нагрівника ідеальної теплової машини $t_n = 477$ °С, а температура холодильника $t_x = 27$ °С. Машина виконала корисну роботу $A = 90$ кДж. Визначте кількість теплоти Q_n , яку отримало робоче тіло від нагрівника.

| А | Б | В | Г |
|---------|---------|---------|---------|
| 100 кДж | 120 кДж | 150 кДж | 180 кДж |

Розв'язання. ККД теплової машини $\eta = \frac{A}{Q_n} \cdot 100\%$, а для ідеальної теплової машини $\eta = \frac{T_n - T_x}{T_n} \cdot 100\%$. Оскільки $T_n = 750$ К і $T_x = 300$ К, отримаємо: $Q_n = A \frac{T_n}{T_n - T_x} = 150$ кДж. Правильна відповідь В.

Завдання №7

Визначте, на яку висоту h підніметься по капіляру радіуса $r = 0,5$ мм рідина з густиною $\rho = 800$ кг/м³ і поверхневим натягом $\sigma = 25$ мН/м. Змочування вважайте повним; $g = 10$ м/с².

| А | Б | В | Г |
|---------|--------|---------|--------|
| 1,25 см | 1,5 см | 1,75 см | 2,0 см |

Розв'язання. Умова рівноваги стовпчика рідини має вигляд $mg = \sigma \cdot 2\pi r$. Вважаючи, що рідина в капілярі має циліндричну форму, отримаємо $m = \rho V = \rho \pi r^2 h$. Звідси $h = \frac{2\sigma}{\rho g r} = 1,25$ см. Правильна відповідь А.

Завдання №8

Велосипедист рухається на повороті горизонтальної дороги дугою кола радіусом 10 м. Визначте максимально можливу швидкість руху велосипедиста, якщо коефіцієнт тертя між шинами та дорогою $\mu = 0,49$; $g = 10$ м/с².

| А | Б | В | Г |
|---------|---------|-------|--------|
| 3,5 м/с | 4,9 м/с | 7 м/с | 14 м/с |

Розв'язання. Велосипедист рухається з прискоренням $a = \frac{v^2}{r}$, напрямленим до центра кола. Цього прискорення йому надає сила тертя спокою $\vec{F}_{\text{тер}}$ (сила тяжіння $m\vec{g}$ і сила \vec{N} реакції опори зрівноважують одна одну). Отже, $F_{\text{тер}} = ma = \frac{mv^2}{r}$. Оскільки максимальне значення сили тертя спокою дорівнює μmg , отримуємо $v_{\text{max}} = \sqrt{\mu g r} = 7$ м/с. Правильна відповідь В.

Завдання №9

Автомобіль масою $m = 2$ т, що рухався зі швидкістю $v = 20$ м/с, почав гальмувати. Визначте гальмівний шлях l автомобіля, якщо сила опору рухові $F = 8$ кН.

| А | Б | В | Г |
|------|------|------|------|
| 25 м | 40 м | 50 м | 80 м |

Розв'язання. Кінетична енергія автомобіля $W_k = \frac{mv^2}{2}$ при гальмуванні переходить у внутрішню енергію внаслідок роботи сили опору: $\frac{mv^2}{2} - Fl = 0$, звідки $l = \frac{mv^2}{2F} = 50$ м. Правильна відповідь В.

Завдання №10

Плоска крижина плаває в річці, виступаючи над водою на $h = 4$ см. Визначте висоту H підводної частини крижини. Густина льоду $\rho = 900$ кг/м³; густина води $\rho_v = 1000$ кг/м³.

| А | Б | В | Г |
|------|-------|-------|-------|
| 4 см | 32 см | 36 см | 40 см |

Розв'язання. Позначимо площу крижини S . З умови плавання випливає, що маса $\rho S(h + H)$ крижини дорівнює масі $\rho_v SH$ води в об'ємі підводної частини крижини. Звідси отримуємо $H = \frac{\rho}{\rho_v - \rho} h = 36$ см. Правильна відповідь В.

Завдання №11

Визначте, у скільки разів збільшився об'єм повітряної бульбашки, яка спливла з глибини $h = 5$ м до поверхні водойми. Вважайте, що температура води всюди однакова, атмосферний тиск $p_a = 100$ кПа; $g = 10$ м/с²; густина води $\rho = 1000$ кг/м³. Поверхневий натяг рідини не враховуйте.

| А | Б | В | Г |
|------------|------------|------------|------------|
| У 1,5 разу | У 2,0 разу | У 2,5 разу | У 5,0 разу |

Розв'язання. Якщо не враховувати поверхневий натяг води, тиск повітря в бульбашці не відрізняється від тиску навколишньої води. Отже, під час спливання цей тиск зменшується від $p_a + \rho gh$ до p_a . Повітря в бульбашці ізотермічно розширюється. За законом Бойля — Маріотта об'єм повітря збільшиться у стільки разів, у скільки зменшиться тиск, тобто у $\frac{p_a + \rho gh}{p_a} = 1,5$ разу. Правильна відповідь А.

Завдання №12

Електроємність плоского слюдяного конденсатора $C = 6300$ пФ. Визначте площу S обкладок цього конденсатора, якщо товщина шару слюди $d = 0,01$ мм. Вважайте, що електрична стала $\epsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12}$ Ф/м; діелектрична проникність слюди $\epsilon = 7$.

| А | Б | В | Г |
|-------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| 1 см ² | 10 см ² | 100 см ² | 1000 см ² |

Розв'язання. Із формули електроємності плоского конденсатора $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$ отримуємо $S = \frac{Cd}{\epsilon_0 \epsilon} = 10^{-3}$ м². Правильна відповідь Б.

Завдання №13

Електричний нагрівник з опором $R = 21$ Ом приєднали до джерела струму з напругою $U = 210$ В. Нагрівання води масою $m = 1,4$ кг від $t_1 = 18$ °С до $t_2 = 63$ °С за допомогою цього нагрівника триває $\tau = 2,5$ хв. Визначте ККД цієї нагрівальної установки. Питома теплоємність води $c = 4,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$.

| А | Б | В | Г |
|------|------|------|------|
| 75 % | 84 % | 88 % | 92 % |

Розв'язання. ККД нагрівника $\eta = \frac{Q_{\text{н}}}{Q_{\text{нагр}}} \cdot 100\%$, де $Q_{\text{н}} = cm(t_2 - t_1)$ — кількість теплоти, яку отримала вода; $Q_{\text{нагр}} = \frac{U^2}{R} \tau$ — кількість теплоти, яка виділилася в нагрівнику внаслідок проходження струму. Звідси $\eta = \frac{cmR(t_2 - t_1)}{U^2 \tau} \cdot 100\% = 84\%$.
Правильна відповідь Б.

Завдання №14

Поперечна хвиля біжить по натягнутому шнуру зі швидкістю $v = 5$ м/с. Довжина хвилі $\lambda = 1,57$ м, амплітуда $A = 2$ см. Визначте амплітудне значення v_{max} швидкості руху точок шнура. Вважайте, що $\pi = 3,14$.

| А | Б | В | Г |
|---------|---------|---------|---------|
| 0,2 м/с | 0,4 м/с | 0,6 м/с | 0,8 м/с |

Розв'язання. Жодна точка шнура не рухається зі швидкістю хвилі (та в напрямку поширення хвилі). Точки шнура здійснюють коливання з амплітудою A та періодом $T = \frac{\lambda}{v}$. Амплітудне значення швидкості руху при коливаннях $v_{\text{max}} = \omega A = \frac{2\pi A}{T} = v \frac{2\pi A}{\lambda} = 0,4$ м/с. Правильна відповідь Б.

Завдання №15

На оправі лупи учень прочитав: « $10\times$ ». Визначте оптичну силу D лупи. Відстань найкращого зору дорівнює 25 см.

| А | Б | В | Г |
|---------|---------|---------|----------|
| 25 дптр | 40 дптр | 80 дптр | 100 дптр |

Розв'язання. Напис позначає, що лупа дає збільшення $\Gamma = 10$. Збільшення ж лупи з фокусною відстанню F становить $\Gamma = \frac{d_0}{F}$, де $d_0 = 25$ см — відстань найкращого зору. Звідси $F = \frac{d_0}{\Gamma}$ і $D = \frac{1}{F} = \frac{\Gamma}{d_0} = 40$ дптр. Правильна відповідь Б.