Завдання II етапу всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

7 клас

1. Впродовж однієї години скутерист рухався із швидкістю 40 км/год, а в продовж другої години його швидкість становила 50 км/год.

Якою була його середня швидкість на всьому шляху руху?

Якою була його середня швидкість на другій половині шляху руху?

Якою була його середня швидкість на першій половині шляху руху?

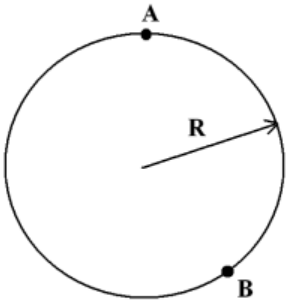
2. Хлопчик спостерігав за поїздом, який рівномірно рухався в напрямку тунелю. Він визначив, що поїзд протягом 24 *с* в'їжджав у тунель і за 40 *с* виїхав з нього. Знаючи, що довжина тунелю 240 *м*, визначити швидкість і довжину поїзда.

<u>Розв'язок</u>

Поїзд починає в'їжджати в тунель, коли перший вагон поїзда минає точку В (початок тунелю). Щоб в'їхати в тунель поїзд повинен пройти шлях, який дорівнює довжині поїзда $l = \upsilon t_1$, де υ - швидкість поїзда, t_1=24 с. Поїзд виїжджає з тунелю, коли останній вагон поїзда пройде точку С; тоді перший вагон буде знаходитися на відстані *l* від виходу з тунелю. Отже, виїхавши з тунелю поїзд проїхав шлях $L + l = \upsilon t_2$. Враховуючи, що $l = \upsilon t_1$, маємо $\upsilon = \dfrac{L}{t_2 - t_1} = 15\,м/с$. Довжина поїзда буде становити *l*=15 *м*/*с*·24 *с*=360 *м*.

3. Два велосипедисти рівномірно рухаються по треку, який має форму кола. Перший велосипедист, рухаючись в напрямку руху стрілки годинника, робить один оберт за 50 *с*, другий, рухаючись проти напрямку руху стрілки годинника, робить один оберт за 40 *с*. Знайдіть час *t* між двома послідовними зустрічами велосипедистів.

<u>Розв'язок</u>



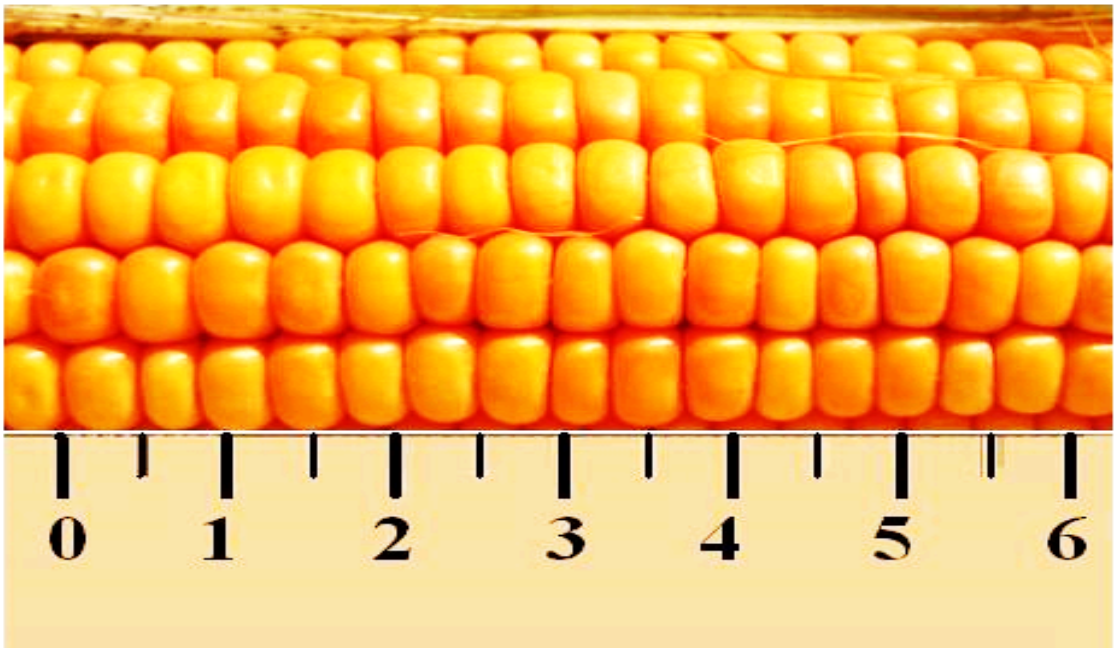
Нехай лінійна швидкість руху по колу першого велосипедиста $\upsilon_1 = \dfrac{2\pi R}{t_1}$, а другого $\upsilon_2 = \dfrac{2\pi R}{t_2}$. Рухаючись в протилежних напрямках з точки А, велосипедисти зустрінуться у точці В, при чому загальний шлях, який пройдуть велосипедисти від зустрічі до наступної зустрічі буде дорівнювати довжині кола, отже $2\pi R = \dfrac{2\pi R}{t_1}t + \dfrac{2\pi R}{t_2}t$, звідси $t = \dfrac{t_1 t_2}{t_1 + t_2} = 22{,}2\ с$.

Завдання ІІ етапу всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

4. Запропонуйте спосіб визначення середнього розміру зернята кукурудзи за допомогою вимірювального приладу, що зображений на малюнку.

Яка ціна поділки приладу?

Від чого буде залежати точність вимірювання розміру зернята кукурудзи?



Завдання II етапу всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

8 клас

1. Впродовж однієї години скутерист рухався із швидкістю 40 км/год, а в продовж другої години його швидкість становила 50 км/год.

Якою була його середня швидкість на всьому шляху руху?

Якою була його середня швидкість на першій половині шляху руху?

Якою була його середня швидкість на другій половині шляху руху?

2. «Золотий бутс» - це нагорода, яка вручається найрезультативнішому футболістові після закінчення футбольного сезону. Нагорода, що зображена на фото, виготовлена із золота (2/3 об'єму) та алюмінію (1/3 об'єму).

Чи потоне дана нагорода, якщо її помістити у посудину, наповнену ртуттю?

Густина золота 19 300 кг/м3.

Густина алюмінію 2 700 кг/м3.

Густина ртуті 13 600 кг/м3.

3. У стакані знаходиться вода, температура якої дорівнює 20°*C*, а об'єм дорівнює половині місткості стакана. Коли в стакан долили ще стільки ж води температурою 30°*C*, то у результаті теплообміну в стакані встановилася температура 23°*C*. В другому такому ж стакані знаходиться вода, температура якої також дорівнює 20°*C*, але заповнює стакан на 1/3 його місткості.

Яка температура встановиться у другому стакані, якщо його наповнити доверху гарячою водою, температура якої дорівнюватиме 30°*C*?

Втратами тепла в оточуюче середовище знехтувати та вважати, що теплообмін відбувається миттєво.

<u>Розв'язок</u>

Нехай C – теплоємність стакана, тоді

Для першого стакана:

$$C(23°C - 20°C) + c\rho V/2(23°C - 20°C) = c\rho V/2(30°C - 23°C);$$

Для другого стакана:

$$C(t - 20°C) + c\rho V/3(t - 20°C) = c\rho 2V/3(30°C - t);$$

де t – температура, яка встановилася у другому стакані після доливання гарячої води.

Доволі громіздкий розв'язок дає для t=24°*C*.

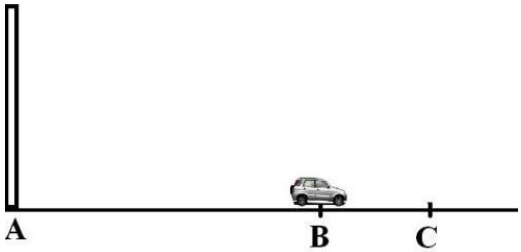
4. Для відкачування води з підвалу використали насос потужністю 330 Вт. Ширина підвалу 6 м, довжина – 24 м, а висота 4 м. За який час можна відкачати воду? Вважайте, що в процесі відкачування потужність насоса не змінювалася.

<u>Розв'язок</u>

Знаючи зв'язок потужності та роботи, маємо $A=Pt=mgh/2=\rho_в abh^2/2$. Звідси $t=\dfrac{\rho_в abh^2}{2P}=3500$ *с*.

5. Автомобіль віддаляється від стіни рухаючись із швидкістю 72 *км/год* по дорозі, яка утворює кут 90° із стіною. В момент, коли відстань до стіни була рівна 120 *м*, шофер подає короткий сигнал. Яку відстань проїде автомобіль до моменту, коли шофер почує відлуння? Швидкість звуку у повітрі 340 *м/с*.

<u>Розв'язок</u>



Нехай в момент подачі звукового сигналу автомобіль знаходився на відстані L від стіни (точка B). За час t, поки звук пройшов відстань до стіни і від неї, автомобіль, рухаючись із швидкістю υ, змістився на деяку відстань x праворуч і шофер почує відлуння в деякій точці C. Виходячи з цих міркувань можемо записати $x=\upsilon t$ і $2L+x=\upsilon_{зв}t$. Виключаючи з рівнянь час отримуємо

$$x=\frac{2L}{\frac{\upsilon_{зв}}{\upsilon}-1}=15\ м.$$

Завдання II етапу всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

9 клас

1. Впродовж однієї години скутерист рухався із швидкістю 40 км/год, а в продовж другої години його швидкість становила 50 км/год.

Якою була його середня швидкість на всьому шляху руху?

Якою була його середня швидкість на першій половині шляху руху?

Якою була його середня швидкість на другій половині шляху руху?

2. «Золотий бутс» - це нагорода, яка вручається найрезультативнішому футболістові після закінчення футбольного сезону. Нагорода, що зображена на фото, виготовлена із золота (2/3 об'єму) та алюмінію (1/3 об'єму).

Чи потоне дана нагорода, якщо її помістити у посудину, наповнену ртуттю?

Густина золота 19 300 кг/м^3.

Густина алюмінію 2 700 кг/м^3.

Густина ртуті 13 600 кг/м^3.

3. У стакані знаходиться вода, температура якої дорівнює 20°*C*, а об'єм дорівнює половині місткості стакана. Коли в стакан долили ще стільки ж води температурою 30°*C*, то у результаті теплообміну в стакані встановилася температура 23°*C*. В другому такому ж стакані знаходиться вода, температура якої також дорівнює 20°*C*, але заповнює стакан на 1/3 його місткості.

Яка температура встановиться у другому стакані, якщо його наповнити доверху гарячою водою, температура якої дорівнюватиме 30°*C*?

Втратами тепла в оточуюче середовище знехтувати та вважати, що теплообмін відбувається миттєво.

<u>Розв'язок</u>

Нехай *C* – теплоємність стакана, тоді

Для першого стакана:

$$C(23°C - 20°C) + c\rho V/2(23°C - 20°C) = c\rho V/2(30°C - 23°C);$$

Для другого стакана:

$$C(t - 20°C) + c\rho V/3(t - 20°C) = c\rho 2V/3(30°C - t);$$

де t – температура, яка встановилася у другому стакані після доливання гарячої води.

Доволі громіздкий розв'язок дає для t=24°*C*.

4. Для відкачування води з підвалу використали насос потужністю 330 Вт. Ширина підвалу 6 м, довжина – 24 м, а висота 4 м. За який час можна відкачати воду? Вважайте, що в процесі відкачування потужність насоса не змінювалася.

<u>Розв'язок</u>

Знаючи зв'язок потужності та роботи, маємо $A=Pt=mgh/2=\rho_в abh^2/2$. Звідси $t=\frac{\rho_в abh^2}{2P}=3500$ *с*.

5. Довгий коридор має електропроводку. Людина, увійшовши з одного кінця коридору, увімкнула лампу, а пройшовши коридор, - вимкнула її. Якою повинна бути схема електропроводки, якщо лампочку можна вмикати й вимикати з обох кінців коридору?

Завдання II етапу всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

10 клас

1. Впродовж однієї години скутерист рухався із швидкістю 40 км/год, а в продовж другої години його швидкість становила 50 км/год.

Якою була його середня швидкість на всьому шляху руху?

Якою була його середня швидкість на першій половині шляху руху?

Якою була його середня швидкість на другій половині шляху руху?

2. «Золотий бутс» - це нагорода, яка вручається найрезультативнішому футболістові після закінчення футбольного сезону. Нагорода, що зображена на фото, виготовлена із золота (2/3 об'єму) та алюмінію (1/3 об'єму).

Чи потоне дана нагорода, якщо її помістити у посудину, наповнену ртуттю?

Густина золота 19 300 кг/м^3.

Густина алюмінію 2 700 кг/м^3.

Густина ртуті 13 600 кг/м^3.

3. У стакані знаходиться вода, температура якої дорівнює 20°*C*, а об'єм дорівнює половині місткості стакана. Коли в стакан долили ще стільки ж води температурою 30°*C*, то у результаті теплообміну в стакані встановилася температура 23°*C*. В другому такому ж стакані знаходиться вода, температура якої також дорівнює 20°*C*, але заповнює стакан на 1/3 його місткості.

Яка температура встановиться у другому стакані, якщо його наповнити доверху гарячою водою, температура якої дорівнюватиме 30°*C*?

Втратами тепла в оточуюче середовище знехтувати та вважати, що теплообмін відбувається миттєво.

<u>Розв'язок</u>

Нехай *C* – теплоємність стакана, тоді

Для першого стакана:

$$C(23°C - 20°C) + c\rho V/2(23°C - 20°C) = c\rho V/2(30°C - 23°C);$$

Для другого стакана:

$$C(t - 20°C) + c\rho V/3(t - 20°C) = c\rho 2V/3(30°C - t);$$

де t – температура, яка встановилася у другому стакані після доливання гарячої води.

Доволі громіздкий розв'язок дає для t=24°*C*.

4. На аркуші паперу намалювали зменшену у 10 разів траєкторію руху тенісного м'яча, кинутого під кутом 45° до поверхні землі із швидкістю 20 м/с. Вздовж намальованої лінії повзе із постійною швидкістю 0, 02 м/с маленький жук.

Завдання II етапу всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

Яким буде прискорення жука в точці, яка відповідає вершині траєкторії тенісного м'яча.

<u>Розв'язок</u>

У верхній точці траєкторії прискорення м'яча спрямовано перпендикулярно до його швидкості і дорівнює g.

Тому $g = \frac{\left(\upsilon_0 \cos cos\, 45^0\right)^2}{R}$

Звідси $R = \frac{\left(\upsilon_0 \cos cos\, 45^0\right)^2}{g}$

Прискорення жука

$a = \frac{u^2}{r} = \frac{10u^2}{R} = \frac{10u^2 g}{\left(\upsilon_0 \cos cos\, 45^0\right)^2} = 2 \cdot 10^{-4}$ м/с^2

5. Довгий коридор має електропроводку. Людина, увійшовши з одного кінця коридору, увімкнула лампу, а пройшовши коридор, - вимкнула її. Якою повинна бути схема електропроводки, якщо лампочку можна вмикати й вимикати з обох кінців коридору?

Завдання II етапу всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

11 клас

1. Впродовж однієї години скутерист рухався із швидкістю 40 км/год, а в продовж другої години його швидкість становила 50 км/год.

Якою була його середня швидкість на всьому шляху руху?

Якою була його середня швидкість на першій половині шляху руху?

Якою була його середня швидкість на другій половині шляху руху?

2. «Золотий бутс» - це нагорода, яка вручається найрезультативнішому футболістові після закінчення футбольного сезону. Нагорода, що зображена на фото, виготовлена із золота (2/3 об'єму) та алюмінію (1/3 об'єму).

Чи потоне дана нагорода, якщо її помістити у посудину, наповнену ртуттю?

Густина золота 19 300 кг/м^3.

Густина алюмінію 2 700 кг/м^3.

Густина ртуті 13 600 кг/м^3.

3. У стакані знаходиться вода, температура якої дорівнює 20°*C*, а об'єм дорівнює половині місткості стакана. Коли в стакан долили ще стільки ж води температурою 30°*C*, то у результаті теплообміну в стакані встановилася температура 23°*C*. В другому такому ж стакані знаходиться вода, температура якої також дорівнює 20°*C*, але заповнює стакан на 1/3 його місткості.

Яка температура встановиться у другому стакані, якщо його наповнити доверху гарячою водою, температура якої дорівнюватиме 30°*C*?

Втратами тепла в оточуюче середовище знехтувати та вважати, що теплообмін відбувається миттєво.

<u>Розв'язок</u>

Нехай *C* – теплоємність стакана, тоді

Для першого стакана:

$$C(23°C - 20°C) + c\rho V/2(23°C - 20°C) = c\rho V/2(30°C - 23°C);$$

Для другого стакана:

$$C(t - 20°C) + c\rho V/3(t - 20°C) = c\rho 2V/3(30°C - t);$$

де t – температура, яка встановилася у другому стакані після доливання гарячої води.

Доволі громіздкий розв'язок дає для t=24°*C*.

4. На аркуші паперу намалювали зменшену у 10 разів траєкторію руху тенісного м'яча, кинутого під кутом 45° до поверхні землі із швидкістю 20 м/с. Вздовж намальованої лінії повзе із постійною швидкістю 0, 02 м/с маленький жук.

Яким буде прискорення жука в точці, яка відповідає вершині траєкторії тенісного м'яча.

Завдання II етапу всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

Розв'язок

У верхній точці траєкторії прискорення м'яча спрямовано перпендикулярно до його швидкості і дорівнює g.

Тому $g = \frac{\left(\upsilon_0 \cos\cos 45^0\right)^2}{R}$

Звідси $R = \frac{\left(\upsilon_0 \cos\cos 45^0\right)^2}{g}$

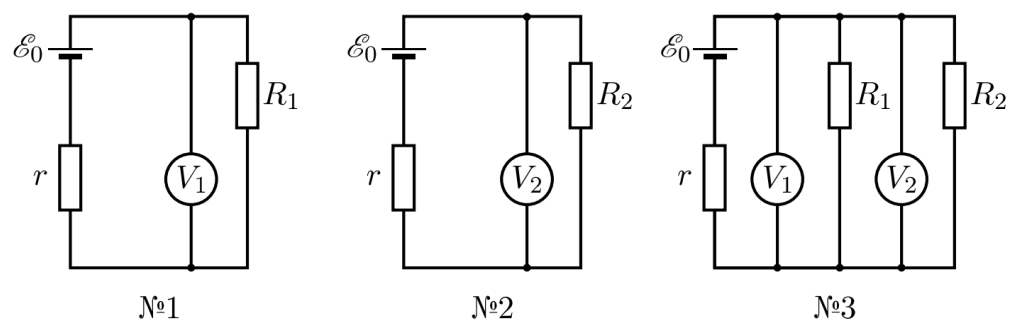
Прискорення жука

$$a = \frac{u^2}{r} = \frac{10u^2}{R} = \frac{10u^2 g}{\left(\upsilon_0 \cos\cos 45^0\right)^2} = 2\cdot 10^{-4} \text{ м/с}^2$$

5. Учень 11 класу отримав завдання виміряти ЕРС батарейки для наручного годинника. У нього були два справні вольтметри, але різних моделей. Підключивши перший вольтметр до батарейки, він отримав значення напруги U_1 = 0,9 В. Підключивши другий вольтметр — U_2 = 0,6 В. Здивувавшись отриманим різним значенням показів вольтметрів, він підключив до батареї обидва вольтметри одночасно (паралельно один одному). Вони показали одну і ту ж напругу U_0 = 0,45 В. Поясніть причину цього та знайдіть ЕРС батареї.

Розв'язок

Вся справа в тому, що батарейка має кінцевий внутрішній опір r, і вольтметри також неідеальні. Позначимо внутрішні опори вольтметрів через R_1 і R_2 і запишемо закон для кожної зі схем виміру ЕРС (на малюнку зображені схеми, в яких реальні вольтметри замінені ідеальними приладами з паралельно підключеними до них опорами).



Для першого кола $E_0 = I(r + R_1)$, звідки з огляду на те, що вольтметр показує напругу $U_1 = IR_1$, отримуємо:

$$U_1 = \frac{\mathscr{E}_0 R_1}{r + R_1} = \frac{\mathscr{E}_0}{1 + \dfrac{r}{R_1}}.$$

Для другого та третього кола аналогічно маємо:

$$U_2 = \frac{\mathscr{E}_0}{1 + \dfrac{r}{R_2}}, \quad U_0 = \frac{\mathscr{E}_0}{1 + \dfrac{r}{R_1} + \dfrac{r}{R_2}}.$$

Розв’язуючи разом три отримані рівняння, знаходимо ЕРС батарейки:

$$\mathscr{E}_0 = \frac{1}{\dfrac{1}{U_1} + \dfrac{1}{U_2} - \dfrac{1}{U_0}} = 1{,}8 \text{ В}.$$