**Відповіді до завдання ІІ етапу Всеукраїнської олімпіади з фізики**

**10 клас**

Задача 1

Джерело струму приєднують до двох сусідніх вершин дротяної рамки у формі правильного випуклого n-кутника. Потім це ж саме джерело струму приєднують до двох вершин, розміщених через одну. При цьому сила струму в колі зменшується в 1,5 рази. Знайти число сторін n-кутника.

Розв’язок

Нехай опір ділянки між двома сусідніми вершинами дротяної рамки 𝑟. Якщо джерело струму приєднують до двох сусідніх вершин дротяної рамки, то отримують схему з паралельним з’єднанням. Одна кілька електричного кола буде мати опір 𝑟, а друга – 𝑟(𝑛 − 1). Загальний опір електричного кола 𝑅1 визначимо з виразу:

1 = 1 + 1 *;*

𝑅1 𝑟 𝑟(𝑛−1)

1 = 𝑛−1+1 = 𝑛 *;*

𝑅1 𝑟(𝑛−1) 𝑟(𝑛−1)

𝑅 = 𝑟(𝑛−1) (1).

1

𝑛

Якщо джерело струму приєднують до двох вершин дротяної рамки,

розміщених через одну, то отримують також схему з паралельним з’єднанням: одна кілька електричного кола буде мати опір 2𝑟, а друга – 𝑟(𝑛 − 2). У даному випадку загальний опір електричного кола 𝑅2 визначимо з виразу:

1 = 1 + 1 *;*

𝑅2 2𝑟 𝑟(𝑛−2)

1 = 𝑛−2+2

= 𝑛 *;*

𝑅2 2𝑟(𝑛−2)

2𝑟(𝑛−2)

𝑅 = 2𝑟(𝑛−2)

2

𝑛

(2).

За законом Ома для ділянки кола: 𝐼1 = 𝑈 , 𝐼2 = 𝑈 . Розділимо ці вирази:

𝐼1 = 𝑅2 = 1,5 (3).

𝑅1

𝑅2

𝐼2 𝑅1

2𝑟(𝑛−2)

Підставимо вирази (1), (2) у вираз (3): 1,5 = 𝑛 = 2(𝑛−2)

Звідси, 𝑛 = 5.

𝑟(𝑛−1)

𝑛

𝑛−1 .

Задача 2

На відстані 2,5 м від поверхні води в повітрі висить ліхтар. На якій відстані від поверхні води водолаз, що перебуває під водою, побачить зображення ліхтаря? Показник заломлення води 1,3.

Розв’язок

Побудуємо хід променів від ліхтаря (точка А). На рисунку промені зображено помаранчевим кольором. ВС – зображення поверхні води.



А1

𝛽

А

𝛼

В

С

𝛽

У результаті заломлення променя світла на межі розподілу повітря-вода спостерігачу під водою, який знаходиться в точці D, здається, що промінь АС йде з точки А1. Точки А1 є зображенням ліхтаря.

Із співвідношення сторін трикутників отримаємо:

трикутник АBC: 𝑡gα = 𝐵𝐶 = 𝐵𝐶;

трикутник А BC: : 𝑡gβ = 𝐵𝐶

1

𝐵А1

𝐵𝐴 ℎ

= 𝐵𝐶.

𝐻

Розділимо вирази: 𝑡gα = 𝐻 (1)

𝑡gβ ℎ

За законом заломлення 𝑛 = sin 𝛼.

sin 𝛽

Розглянемо ситуацію, коли промені падають майже нормально до поверхні води, тоді кут падіння 𝛼 → 0. Отже, sin 𝛼 =

D

𝑡gα.

Оскільки вода оптично більш густе середовище, ніж повітря, та 𝛽 < 𝛼, то

𝛽 → 0, sin 𝛽 = 𝑡g𝛽.

Урахуємо в законі заломлення 𝑛 = sin 𝛼 = 𝑡gα (2).

sin 𝛽 𝑡gβ

Прирівняємо вирази (1) та (2): 𝑛 = 𝑡gα = 𝐻. Звідси 𝐻 = 𝑛ℎ.

𝐻 = 1,3 ∙ 2,5 м = 3,25 м.

𝑡gβ ℎ

Задача 3

Акробат стрибає на сітку з висоти 𝐻 = 8 м. На якій ℎ над підлогою треба натягнути сітку, щоб акробат не вдарився об підлогу під час стрибка? Відомо, що сітка прогинається на ℎ0 = 0,5 м, якщо акробат стрибає на неї з висоти 𝐻0 = 1 м.

Розв’язок

Позначимо 𝑚 – маса акробата, 𝑘 – коєфіцієнт пружності сітки. Запишемо закон збереження енергії:

ситуація 1: 𝑚g(𝐻 + ℎ) = 𝑘ℎ2;

2

𝑘ℎ2

𝑚g(𝐻0 + ℎ0) = 0

ситуація 2: .

2

Розділимо вирази: 𝑚g(𝐻+ℎ)

𝑚g(𝐻0+ℎ0)

= 𝑘ℎ2;

0

𝑘ℎ2

𝐻+ℎ

𝐻0+ℎ0

= ℎ2.

0

ℎ2

Отримаємо квадратне рівняння: (𝐻0 + ℎ0)ℎ2 − ℎ2ℎ − 𝐻ℎ2 = 0.

0 0

ℎ2±√ℎ4+4(𝐻0+ℎ0)𝐻ℎ2

0 0 0

Корені рівняння: ℎ1,2 =

2((𝐻0+ℎ0) .

Враховуючи, що ℎ4 + 4(𝐻0 + ℎ0)𝐻ℎ2 > ℎ4, матимемо один розв’язок:

0 0 0

ℎ2+√ℎ4+4(𝐻0+ℎ0)𝐻ℎ2

0 0 0

ℎ = 2((𝐻0+ℎ0) ;

ℎ = (0,5 м)2+√(0,5 м)4+4∙(1 м+0,5 м)∙8м∙(0,5 м)2 = 1,24 м;

2∙(1 м+0,5 м)

Задача 4

Планета має таку ж масу як Земля, але її радіус на 1 % менший, ніж радіус Землі. На скільки відсотків відрізняється прискорення вільного падіння на полюсі планети від прискорення вільного падіння на полюсі Землі?

Розв’язок

Відмінність прискорення вільного падіння на полюсі та в іншому місці на поверхні планети пов’язана як з несферичністю Землі, так і з її обертанням навколо осі. На полюсі обертання Землі не впливає на прискорення вільного

падіння. Вважатимемо Землю сферично-симетричною кулею. Тоді

*g*  *G M*

*R* 2

. При

зменшенні радіуса на ΔR прискорення збільшиться на Δg і буде

*g*  *g*

 *G M*

(*R*  *R*)2

. Звідси

*g* 

2*R**R*  *R* 2

*GM* (*R*  *R*)2  *R*2

. Враховуючи, що ΔR << R,

одержимо:

*g*  *g* 2*R* . *g*  2 *R*  2 1%  2% . Отже, прискорення вільного

*R g R*

падіння було б на 2% більшим.