**Первый этап круглогодичной олимпиады по физике.**

**10 класс**

1. В ящик массой М, подвешенный на тонкой нити, попадает пуля массой m, летевшая горизонтально со скоростью , и застревает в нем. На какую высоту Н поднимается ящик после попадания в него пули?

2.По условию первой задачи определите количество теплоты, выделившееся при ударе пули о ящик. Какую часть  составляет это количество теплоты от первоначальной энергии пули?

3.На какой глубине h находился пузырек воздуха, если в процессе всплытия на поверхность воды, его радиус успел увеличиться в n = 2 раза? Атмосферное давление 100 кПа, плотность воды 1000 кг/м3. Температуру воды считать постоянной.

4.Два одинаковых вольтметра, включенные в цепи, схемы которых изображены на рисунках а) и б), показывают одинаковое напряжение U =10 В. Определите, что будут показывать три таких вольтметра, подключенные к этому же источнику напряжения с резистором R: 1) последовательно; 2) параллельно.



1. Неподвижная наклонная плоскость наклонена под углом *α*. к горизонту. Брусок может скользить по ней с коэффициентом трения *μ*= *tgα*. Бруску сообщают начальную скорость, направленную вверх вдоль горки. Определите отношение времени подъема бруска ко времени его опускания.

**Ответы, указания, решения к олимпиадным задачам**

**1.** В ящик массой М, подвешенный на тонкой нити, попадает пуля массой m, летевшая горизонтально со скоростью , и застревает в нем. На какую высоту Н поднимается ящик после попадания в него пули?

*Решение.*

**

1. Рассмотрим систему: ящик-нить-пуля. Эта система является замкнутой, но в ней внутренняя неконсервативная сила трения пули о ящик, работа которой не равна нулю, следовательно, механическая энергия системы не сохраняется.

 Выделим три состояния системы:

* Первое – пуля движется со скоростью , ящик покоится.
* Второе - пуля застряла в ящике, ящик вместе с ней приобретает некоторую скорость u; нить вертикальна, т.к. время соударения мало.
* Третье – ящик с пулей внутри поднялся на высоту Н; его скорость равна нулю.
1. При переходе системы из 1 состояния во 2 ее механическая энергия не сохраняется.

Поэтому во втором состоянии применяем закон сохранения импульса в проекции на ось Х: ; 

1. Закон сохранения энергии при переходе системы из второго в третье состояние: 
2. Решая систему уравнений, находим искомую величину

*Критерии оценивания:*

* *Выделение трех состояний системы, наличие рисунка к каждому состоянию – 2 балла*
* *Запись закона сохранения импульса в проекции на ось Х, решение уравнения – 2 балла*
* *Запись закона сохранения механической энергии – 2 балла*
* *Решение системы двух уравнений – 3 балла*
* *Вывод единиц измерения – 1 балл*

**2.** По условию первой задачи определите количество теплоты, выделившееся при ударе пули о ящик. Какую часть  составляет это количество теплоты от первоначальной энергии пули?

*Решение.*

1. При переходе указанной в задаче №1 системы из первого состояния во второе выделяется количество теплоты Q, равное со знаком минус работе сил трения между пулей и ящиком: 
2. Согласно закону изменения механической энергии: .

Отсюда искомое количество теплоты: 

1. Начальная механическая энергия системы:  конечная - 
2. Количество теплоты: 
3. Определим ту часть механической энергии пули (т.е. первоначальной энергии системы), которая уходит на нагрев пули и ящика: 

*Критерии оценивания:*

* *Составление формулы количества теплоты, равному со знаком минус работе силы трения между пулей и ящиком – 2 балла*
* *Запись формулы количества теплоты, выделившегося при ударе пули о ящик в общем виде – 3 балла*
* *Решение уравнения количества теплоты, выделившегося при ударе пули о ящик – 4 балла*
* *Нахождение части механической энергии пули, которая идет на нагрев пули и ящика – 1 балл*

**3.** На какой глубине h находился пузырек воздуха, если в процессе его всплытия на поверхность воды его радиус успел увеличиться в n = 2 раза? Атмосферное давление 100 кПа, плотность воды 1000 кг/м3. Температуру воды считать постоянной.

*Решение.*

1. Считаем, что температура воздуха внутри пузырька не меняется, т.е. он вплывает достаточно медленно, тогда справедлив закон Бойля-Мариотта: 
2. Давление воздуха внутри пузырька на глубине h равно сумме атмосферного и гидростатического давлений: 
3. Давление на поверхности воды равно атмосферному давлению: 
4. Начальный объем пузырька: Конечный - 
5. Подставим, получим: 
6. С учетом условия  получим: 
7. Отсюда искомая глубина: 

*Критерии оценивания:*

* *Запись уравнения закона Бойля-Мариотта – 1 балл*
* *Запись уравнения давления воздуха на глубине h – 1 балл*
* *Запись уравнения давления воздуха на поверхности воды – 1 балл*
* *Формулы начального и конечного объемом пузырьков – 2 балла*
* *Вывод расчетной формулы в общем виде – 4 балла*
* *Математические расчеты – 1 балл*

4.Неподвижная наклонная плоскость наклонена под углом *α*. к горизонту. Брусок может
скользить по ней с коэффициентом трения *μ* *tgα*. Бруску сообщают начальную скорость, направленную вверх вдоль горки. Определите отношение времени подъема бруска ко времени его опускания.

**Решение:**

|  |  |
| --- | --- |
| 1. На рисунке ниже показаны силы, действующие на тело, при его движении по наклонной плоскости.

https://cdn2.arhivurokov.ru/multiurok/html/2018/02/20/s_5a8c70fbf1c13/838327_6.jpeg | 2 балла |
| 1. Равнодействующая сила, действующая на тело, движущееся вверх по наклонной плоскости, складывается из трех сил: силы тяжести, силы реакции опоры и силы трения. Проекция этих трех сил на ось Ox:

https://cdn2.arhivurokov.ru/multiurok/html/2018/02/20/s_5a8c70fbf1c13/838327_7.png.Сила трения равна проекции силы тяжести на ось Oy, умноженная на коэффициент трения µ: https://cdn2.arhivurokov.ru/multiurok/html/2018/02/20/s_5a8c70fbf1c13/838327_8.png, и для равнодействующей силы можно записатьhttps://cdn2.arhivurokov.ru/multiurok/html/2018/02/20/s_5a8c70fbf1c13/838327_9.pngУскорение бруска во время подъема: ***a1= g (sinα + μcosα).*** | 3 балла |
| 1. Ускорение бруска во время опускания:

***a2= g (sinα – μcosα).*** | 2 балла |
| 1. Время движения бруска в каждую сторону

https://cdn2.arhivurokov.ru/multiurok/html/2018/02/20/s_5a8c70fbf1c13/838327_10.pngгде *L* – пройденное расстояние, а *a1,2****–***соответствующее ускорение | 2 балла |
| 1. Отсюда

https://cdn2.arhivurokov.ru/multiurok/html/2018/02/20/s_5a8c70fbf1c13/838327_11.png | 1 балл |

 5. Два одинаковых вольтметра, включённые в цепи, схемы которых изображены на рисунках а) и б), показывают одинаковое напряжение *U*= 10 В. Определите, что будут показывать три таких же вольтметра, подключённые к этому же источнику напряжения с резистором *R*: 1) последовательно; 2) параллельно.



**Возможное решение**

Пусть сопротивление вольтметра равно rV. Тогда для цепи 1):



Для цепи 2):



Из этих двух уравнений следует, что rV = R.

Если соединить три таких вольтметра последовательно, то каждый из них покажет напряжение:



При параллельном соединении трёх таких вольтметров каждый из них покажет напряжение:



**Критерии оценивания:**

* : **2 балла**
* : **2 балла**
* rV = R: **1 балл**
* U1 = 7.5В: **2,5 балла**
* U2 = 7.5В: **2,5 балла**

*Максимум за задачу***– 10 баллов**