Республиканская предметная олимпиада (1 этап)

по учебному предмету «Физика»

2021/2022 учебный год

**Для учащихся**

**7 класс**

**1.Экспериментальная задача.** Определите скорость вытекания воды из водопроводного крана. Оборудование: стакан цилиндрической формы, штангенциркуль, секундомер.

2. В стакан массой 120г, содержащий 200г воды, опустили алюминиевый шарик массой 54г. При этом из стакана часть воды вылилась. Сколько воды вылилось, если масса стакана вместе с содержимым оказалось равной 364г?

3. Канистра высотой 50 см, длиной 40 см и шириной 10 см содержит 16 кг бензина. Сколько такого же бензина будет содержаться в баке высотой 1,5 м, длиной 0,8 м, шириной 0,6 м?

**8 класс**

1. **Экспериментальная задача.** Исследуйте зависимость скорости падения свинцовых дробинок в глицерине от их радиуса. Дайте характеристику полученной зависимости. Оборудование: измерительный цилиндр с глицерином, набор свинцовых дробинок различных размеров, линейка, секундомер, микрометр.

2.После семи стирок все размеры куска мыла уменьшились вдвое. На сколько стирок еще хватит мыла?

3.Имеется 8 внешне совершенно одинаковых свинцовых шариков, однако внутри одного из них есть небольшая полость. Пользуясь только рычажными весами, определите, какой шарик с полостью. Весы можно использовать не более двух раз. Опишите свои действия.

**9 класс**

**1.Экспериментальная задача.** Определите мощность нагревателя. Оборудование: нагреватель, калориметр, сосуд с водой, мензурка, термометр, секундомер.

1. Кинематические законы движения вдоль оси Ох двух велосипедистов имеют вид х1 =Аt и х2=В+ Сt, где А=5,0 м/с, В=150 м, С= - 10 м\с. Найдите модуль скорости vотн первого велосипедиста относительно второго.

3. В стакане налит двухслойный коктейль «Яблоко Ньютона». Нижний слой – 2 см меда плотностью 1.5 г/см3 , верхний – яблочный сок плотностью 1000 кг/м3 . Какова высота коктейля в стакане, если давление коктейля на дно – 1 кПа?

**10 класс**

**1.Экспериментальная задача.** Определите коэффициент трения бруска о горизонтальный стол, если длина и ширина бруска меньше его высоты. Оборудование: брусок, нить, линейка.

2. Сухогрузное судно транспортирует контейнеры общей массой mк = 9,0 ·105 кг из морского порта (ρм воды = 1030 кг/м3) в речной порт (ρр воды = 1000 кг/м3), находящийся в устье реки. В речном порту после разгрузки контейнеров осадка судна стала равна его осадке при выходе из морского порта. Найдите массу судна.

3.С юга на север идет шоссе, которое пересекается в пункте О с другим шоссе, идущим с востока на запад. Два данных шоссе пересекает третье. Третье шоссе пересекает первое шоссе в точке на 6 км севернее пункта О и второе шоссе восточнее пункта О на 4 км. По данному шоссе со скоростью 120км/ч движется автомобиль, который в некоторый момент t0 =12 ч дня находится в 3 км севернее второго шоссе. Найдите уравнение движения автомобиля, приняв за координатные оси первое и второе шоссе.

**11 класс**

**1.Экспериментальная задача.** Определите количество теплоты, выделяющееся при движении тела по наклонной плоскости без начальной скорости. Оборудование: наклонная плоскость, тело известной массы, линейка, секундомер.

2. Сухогрузное судно транспортирует контейнеры общей массой mк = 9,0 ·105 кг из морского порта (ρм воды = 1030 кг/м3) в речной порт (ρр воды = 1000 кг/м3), находящийся в устье реки. В речном порту после разгрузки контейнеров осадка судна стала равна его осадке при выходе из морского порта. Найдите массу судна.

3. Почему самолет, летящий на низкой высоте, кажется движущимся с большей скоростью, чем самолет, движущийся с такой же линейной скоростью на большей высоте?

**Астрономия, 11 класс**

1.В романе американского писателя Г.Гаррисона «Неукротимая планета» ускорение свободного падения на планете Пирр равно 2g. Приняв, что средняя плотность данной планеты равна средней плотности планеты Земля, определите ее массу и радиус, считая планету Пирр идеальным шаром.

2.Самолет компании «Белавиа» вылетел из Минска в Мельбурн в 9 часов по минскому времени 3 октября 2021 года. Какое время будет в Мельбурне в час прилета туда самолета? Расстояние между Минском и Мельбурном составляет 13 000 км. Долгота Минска 270 в.д., долгота Мельбурна 1450 в.д., скорость самолета 100 км/ч.

3. Это изображение звездного неба было получено путём непрерывного фотографирования неба в течение некоторого промежутка времени. Определите примерную продолжительность съёмки.

1) 10 секунд 2) 1 час 3) 3 часа 4) 6 часов 5) 1,5 часа

 **Для жюри**

**7 класс**

**1.Экспериментальная задача.** Определите скорость вытекания воды из водопроводного крана. Оборудование: стакан цилиндрической формы, штангенциркуль, секундомер.

Возможное решение: а) с помощью секундомера измеряем время наполнения стакана водой; б) с помощью штангенциркуля измеряем высоту и диаметр стакана и вычисляем объем воды; в) с помощью штангенциркуля измеряем диаметр водопроводного крана и вычисляем площадь его сечения; г) скорость течения воды получаем в результате деления объема воды на площадь поперечного сечения крана.

Оценка решения:

|  |  |
| --- | --- |
| Измерено время наполнения стакана | 0,5 балла |
| Измерены высота и диаметр стакана с помощью штангенциркуля (линейки) | 2 балла (1 балл) |
| Записана формула объема стакана/воды | 1 балл |
| Вычислен объем воды | 0,5 балла |
| Измерен диаметр крана с помощью штангенциркуля (линейки) | 1 балл (0,5 балла) |
| Записана формула площади поперечного сечения крана | 1 балл |
| Вычислена площадь поперечного сечения крана | 1 балл |
| Выведена формула скорости течения воды | 2 балла |
| Вычислена скорость течения воды | 1 балл |

2. В стакан массой 120г, содержащий 200г воды, опустили алюминиевый шарик массой 54г. При этом из стакана часть воды вылилась. Сколько воды вылилось, если масса стакана вместе с содержимым оказалось равной 364г?

3. Канистра высотой 50 см, длиной 40 см и шириной 10 см содержит 16 кг бензина. Сколько такого же бензина будет содержаться в баке высотой 1,5 м, длиной 0,8 м, шириной 0,6 м?

**8 класс**

1. **Экспериментальная задача.** Исследуйте зависимость скорости падения свинцовых дробинок в глицерине от их радиуса. Дайте характеристику полученной зависимости. Оборудование: измерительный цилиндр с глицерином, набор свинцовых дробинок различных размеров, линейка, секундомер, микрометр.

Возможное решение: При падении дробинок в вязкой среде сила сопротивления пропорциональна скорости их движения и через некоторое время будет равна силе тяжести дробинки. С этого момента дробинки будут падать равномерно и можно их скорость рассчитать, измеряя пройденное расстояние и время. Для исследования зависимости скорости дробинок от их радиуса необходимо построить график v= ꬵ (r), зависимость - квадратичная. Если строить график v= ꬵ (r2), то график - прямая линия.

Оценка решения:

|  |  |
| --- | --- |
| Замечен характер движения дробинок на разных участках пути | 1 балл |
| Измерены расстояние и время дробинок | 1 балл  |
| Записана формула скорости дробинок | 1 балл |
| Вычислены скорости дробинок  | 2 балла |
| Измерен диаметр дробинок с помощью микрометра (линейки) | 2 балла (1 балл) |
| Данные измерений и вычислений сведены в таблицу | 1 балл |
| Построен график\графики, дана характеристика зависимости | 2 балла |

2.После семи стирок все размеры куска мыла уменьшились вдвое. На сколько стирок еще хватит мыла?

3.Имеется 8 внешне совершенно одинаковых свинцовых шариков, однако внутри одного из них есть небольшая полость. Пользуясь только рычажными весами, определите, какой шарик с полостью. Весы можно использовать не более двух раз. Опишите свои действия.

**9 класс**

**1.Экспериментальная задача.** Определите мощность нагревателя. Оборудование: нагреватель, калориметр, сосуд с водой, мензурка, термометр, секундомер.

Возможное решение: Нальем в калориметр воду массой m1 (вычисляем по формуле m1=ρV1). При нагревании воды и калориметра количество теплоты равно работе силы тока нагревателя: m1с1Δt1 +С Δt1 =Рτ1 (1),

 где с1 –удельная теплоемкость воды (по таблице), С – теплоемкость калориметра (вычислить), Δt1 –изменение температуры воды, τ1 -время нагревания, Р- мощность нагревателя.

Проделаем опыт с другим количеством воды m2 : m2с1Δt2 +С Δt2 =Рτ2 (2).

Вычитаем из уравнения 1 уравнение 2 и добившись на опыте Δt1=Δt2 =Δt:

с1Δt(m1 - m2)=Р (τ1 -τ2), откуда выразим Р: …(3)

 Оценка решения:

|  |  |
| --- | --- |
|  Правильно определена масса воды в обоих случаях | 1 балл |
| Определена теплоемкость калориметра | 2 балл  |
| Записано уравнение 1 | 1 балл |
| Правильно определено время нагрева в обоих случаях | 1 балла |
| Записано уравнение 2 | 1 балл |
| Оговорено одинаковое изменение температуры вода в обоих случаях | 1 балл |
| Выведено уравнение 3 | 2 балла |
| Проведены вычисления | 1. балл
 |

2.Кинематические законы движения вдоль оси Ох двух велосипедистов имеют вид х1 =Аt и х2=В+ Сt, где А=5,0 м/с, В=150 м, С= - 10 м\с. Найдите модуль скорости vотн первого велосипедиста относительно второго.

Возможное решение:

В соответствии с законом сложения скоростей при прямолинейном равномерном движении:

vотн= v1- v2 (1), где v1 , v2- скорости велосипедистов относительно Земли. Сравнив кинематические законы движения, приведенные в условии задачи с общим видом закона (х=х0+vх t), делаем вывод: v1х =5 м/с, v2х = - 10 м/с (2).

Связав подвижную систему отсчета с одним из велосипедистов, например с первым, по формуле сложения скоростей найдем модуль скорости второго

vотн = ‖ v1х - v2х ‖ (3) .

Оценка решения:

|  |  |
| --- | --- |
| Записано уравнение 1 и/или указан характер движения | 2 балла |
| Записан общий вид закона движения | 1 балл |
| Правильно определены проекции скоростей велосипедистов  | 2 балла |
| Записано уравнение 3 | 2 балла |
| Проведены вычисления | 1 балл |

3. В стакане налит двухслойный коктейль «Яблоко Ньютона». Нижний слой – 2 см меда плотностью 1.5 г/см3 , верхний – яблочный сок плотностью 1000 кг/м3 . Какова высота коктейля в стакане, если давление коктейля на дно – 1 кПа?

**10 класс**

**1.Экспериментальная задача.** Определите коэффициент трения бруска о горизонтальный стол, если длина и ширина бруска меньше его высоты. Оборудование: брусок, нить, линейка.

Возможное решение: Для того, чтобы брусок сдвинуть с места, необходимо приложить силу F: F= Fтр (1)

Для того, чтобы брусок не перевернулся, силу тяги нужно приложить на высоте h, это нужно определить экспериментально. Плечо силы тяги - h, плечо силы тяжести равно половине длины а ребра бруска, вдоль которого идет движение. С учетом моментов сил: F h=mgа/2 (2)

Выразим: F =mgа/2 h (3)

Коэффициент трения μ= Fтр /mg, из уравнений 2 и 3 находим: μ= а/2 h

Оценка решения:

|  |  |
| --- | --- |
| Записано условие равномерного движения бруска 1 | 1 балл |
| Замечен характер движения бруска без переворота | 0.5 балла  |
| Экспериментально найдена высота h | 1 балл |
| Записано правило моментов сил  | 2 балла |
| Выведена формула для силы тяги | 2 балла  |
| Записана формула для коэффициента трения | 0,5 балла |
| Выведена формула для вычисления коэффициента трения | 2 балла |
| Проведены вычисления | 1. балл
 |

2. Сухогрузное судно транспортирует контейнеры общей массой mк = 9,0 ·105 кг из морского порта (ρм воды = 1030 кг/м3) в речной порт (ρр воды = 1000 кг/м3), находящийся в устье реки. В речном порту после разгрузки контейнеров осадка судна стала равна его осадке при выходе из морского порта. Найдите массу судна.

Возможное решение: Осадка судна – объем вытесняемой воды (Vм воды = V р воды). По закону Архимеда масса тела, плавающего на поверхности жидкости, равна массе вытесненной жидкости. Следовательно,

mс + mк = ρм воды · Vм воды (1)

mс= ρр воды · V р воды (2)

Решая совместно эти уравнения, получаем формулу:

mс= mк· ρр воды/( ρм воды - ρр воды) (3)

в результате вычислений имеем mс=3·107 кг

Оценка решения:

|  |  |
| --- | --- |
|  Дано разъяснение осадки судна, указано равенство объемов воды | 2 балла |
| Записаны уравнения 1 и 2 | 4 балла  |
| Выведена формула 3 | 3 балла |
| Проведены вычисления | 1 балл |

3.С юга на север идет шоссе, которое пересекается в пункте О с другим шоссе, идущим с востока на запад. Два данных шоссе пересекает третье. Третье шоссе пересекает первое шоссе в точке на 6 км севернее пункта О и второе шоссе восточнее пункта О на 4 км. По данному шоссе со скоростью 120км/ч движется автомобиль, который в некоторый момент t0 =12 ч дня находится в 3 км севернее второго шоссе. Найдите уравнение движения автомобиля, приняв за координатные оси первое и второе шоссе.

**11 класс**

**1.Экспериментальная задача.** Определите количество теплоты, выделяющееся при движении тела по наклонной плоскости без начальной скорости. Оборудование: наклонная плоскость, тело известной массы, линейка, секундомер.

Возможное решение: Количество теплоты, выделяющееся при соскальзывании тела с наклонной плоскости,Q = - ΔE, где ΔЕ-изменение механической энергии тела (1). ΔЕ=Е2 –Е1, Е2=Ек2(Еп2 =0), Е1 = Еп1 (Ек1 =0), значит, Q = mgh – mv2 2 /2,

где h- высота наклонной плоскости, v2 =аt– скорость тела у основания наклонной плоскости.

Длина наклонной плоскости l= аt2 /2, l= v2 t/2, отсюда v2=2 l/ t (2).

Окончательно: Q =m(gh-2 l2/ t2) (3).

Оценка решения:

|  |  |
| --- | --- |
| Измерена высота наклонной плоскости и время движения тела | 1 балл |
| Записана формула для количества теплоты 1 | 1 балл  |
| Расписаны значения кинетической и потенциальной энергий в начале и конце движения | 2 балла |
| Выведена формула скорости тела в конце движения 2  | 3 балла |
| Выведена формула 3 | 2 балла  |
| Проведены вычисления | 1. балл
 |

2. Сухогрузное судно транспортирует контейнеры общей массой mк = 9,0 ·105 кг из морского порта (ρм воды = 1030 кг/м3) в речной порт (ρр воды = 1000 кг/м3), находящийся в устье реки. В речном порту после разгрузки контейнеров осадка судна стала равна его осадке при выходе из морского порта. Найдите массу судна.

Возможное решение: Осадка судна – объем вытесняемой воды (Vм воды = V р воды). По закону Архимеда масса тела, плавающего на поверхности жидкости, равна массе вытесненной жидкости. Следовательно,

mс + mк = ρм воды · Vм воды (1)

mс= ρр воды · V р воды (2)

Решая совместно эти уравнения, получаем формулу:

mс= mк· ρр воды/( ρм воды - ρр воды) (3)

в результате вычислений имеем mс=3·107 кг

Оценка решения:

|  |  |
| --- | --- |
|  Дано разъяснение осадки судна, указано равенство объемов воды | 2 балла |
| Записаны уравнения 1 и 2 | 4 балла  |
| Выведена формула 3 | 3 балла |
| Проведены вычисления | 1 балл |

3. Почему самолет, летящий на низкой высоте, кажется движущимся с большей скоростью, чем самолет, движущийся с такой же линейной скоростью на большей высоте?

**Астрономия, 11 класс**

1.В романе американского писателя Г.Гаррисона «Неукротимая планета» ускорение свободного падения на планете Пирр равно 2g. Приняв, что средняя плотность данной планеты равна средней плотности планеты Земля, определите ее массу и радиус, считая планету Пирр идеальным шаром.

2.Самолет компании «Белавиа» вылетел из Минска в Мельбурн в 9 часов по минскому времени 3 октября 2021 года. Какое время будет в Мельбурне в час прилета туда самолета? Расстояние между Минском и Мельбурном составляет 13 000 км. Долгота Минска 270 в.д., долгота Мельбурна 1450 в.д., скорость самолета 100 км/ч.

Возможное решение:

самолет прилетит в Мельбурн через 13 часов после вылета из Минска;

Мельбурн находится в 10-часовом поясе, значит разница во времени составит 10ч – 3ч=7 часов;

Тогда 9ч+13ч+7ч=29ч; 29ч – 24ч= 5ч.

3. Это изображение звездного неба было получено путём непрерывного фотографирования неба в течение некоторого промежутка времени. Определите примерную продолжительность съёмки.

1) 10 секунд 2) 1 час 3) 3 часа 4) 6 часов 5) 1,5 часа

Ответ: 5 (2 балла), за ответ «2» или «3» – 1 балл, в иных случаях 0 баллов. Возможное решение: на изображении отчётливо видны пути некоторых ярких звёзд. За сутки звёзды бы сделали полный оборот, а на фотографии запечатлено чуть меньше 1/16 от полного круга, что примерно соответствует 24/16 = 1.5 часам.