

ПРИМЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ И КРИТЕРИИ ПРОВЕРКИ

1.Графики движения (5 баллов)

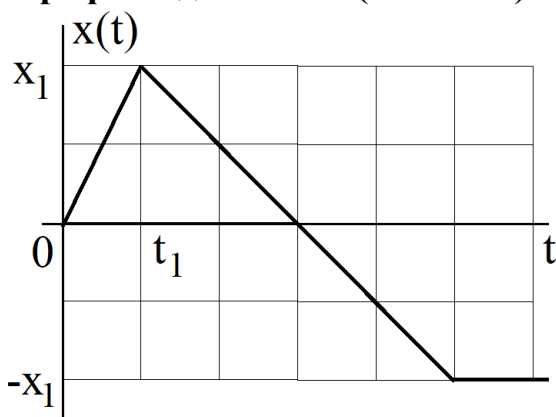


График зависимости координаты тела от времени представлен на рисунке. Пользуясь графиком,
- опишите движение тела. Формат описания: в такой-то промежуток времени тело двигалось в том (ином) направлении с такой (не такой) скоростью;
-постройте график зависимости проекции скорости тела на ось ОХ от времени;
-найдите путь, пройденный телом за

время $5t_1$;

-найдите перемещение тела за время $5t_1$;

-найдите среднюю путевую скорость тела за это время.

ПРИМЕРНОЕ РЕШЕНИЕ:

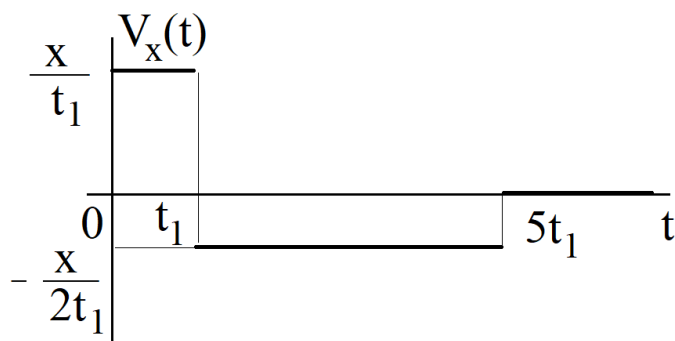
Опишем движение тела:

- на участке $0 < t < t_1$ тело движется по оси ОХ со скоростью

$$V = \frac{x_1}{t_1};$$

- на участке $t_1 < t < 5t_1$ тело движется против оси ОХ со скоростью

$$V_2 = \frac{x_1}{2t_1};$$



- после момента $5t_1$ тело покоится в точке с координатой x_1 .

График зависимости скорости тела от времени (точнее – проекции скорости на ось ОХ) представлен на рисунке.

За время $5t_1$ тело прошло путь $L = x_1 + x_1 + x_1 = 3x_1$.

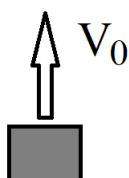
Средняя путевая скорость равна

$$V_{cp} = \frac{3x_1}{5t_1}.$$

Проекция перемещения на ось ОХ за время $5t_1$ равна $\Delta x = x_1 - x_1 - x_1 = -x_1$.

Правильно описано движение тела	1,5 балла
График проекции скорости на ось OX построен правильно, указаны значения скорости и времени	1 балл
Правильно найден путь	1 балл
Правильно найдена путевая скорость	0,5 баллов
Правильно найдена проекция перемещения на ось OX	1 балл

2. Телу сообщили скорость....(6 баллов)



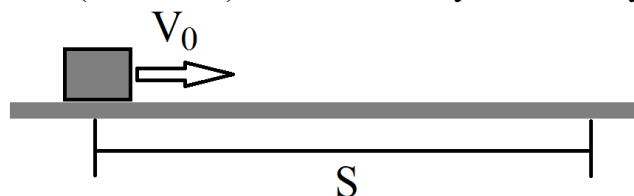
2.1.(1 балл) Тело, брошенное вертикально вверх с некоторой скоростью V_0 , поднялось на высоту H над первоначальным уровнем. Выразите H через V_0 и ускорение свободного падения.

РЕШЕНИЕ:

Высота подъёма тела равна

$$H = \frac{V_0^2}{2g}.$$

2.2. (2 балла) Когда тому же телу, помещенному на горизонтальную поверхность сообщили ту же скорость V_0 , направленную горизонтально, то до полной остановки оно прошло путь S . Определите коэффициент трения



скольжения тела по поверхности.

РЕШЕНИЕ:

Ускорение, сообщаемое силой трения, равно

$$a = kg$$

Путь, пройденный телом до остановки, равен

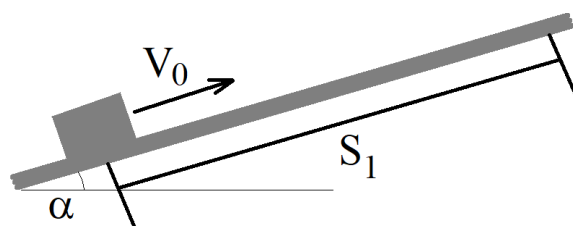
$$S = \frac{V_0^2}{2a}.$$

Из двух записанных соотношений находим коэффициент трения

$$k = \frac{V_0^2}{2Sg}.$$

Записано соотношение для ускорения	0,5 балла
Записано соотношение $S = \frac{V_0^2}{2a}.$	0,5 балла
Верно найден коэффициент трения	1 балл

2.3. (3 балла) Теперь ту же поверхность размещают под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. На неё аккуратно помещают наше тело и сообщают ему скорость V_0 , направленную параллельно наклонной плоскости вверх. Какое расстояние S_1 пройдет тело до полной остановки по наклонной плоскости?



Справочные данные:

$$\sin 30^\circ = \frac{1}{2}; \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}.$$

РЕШЕНИЕ:

Ускорение тела при движении по наклонной плоскости с трением равно

$$a = g \sin \alpha + k g \cos \alpha = \frac{1}{2} g + k \frac{\sqrt{3}}{2} g = \frac{g}{2} (1 + \sqrt{3} k).$$

Расстояние, пройденное телом по наклонной плоскости, равно

$$S_1 = \frac{V_0^2}{2g(\sin \alpha + k \cos \alpha)} = \frac{V_0^2}{g(1 + k\sqrt{3})}.$$

Записано соотношение для ускорения	2 балл
Верно найдено расстояние	1 балл

3. Тела и нити (10 баллов)

3.1. (3 балла) Нить выдерживает силу на разрыв T_{\max} . С каким ускорением a может перемещаться лифт, чтобы нить, к нижнему концу которой прикреплено тело массой m , оставалась целой?

РЕШЕНИЕ:

При движении с ускорением a , направленным вверх, сила натяжения нити равна

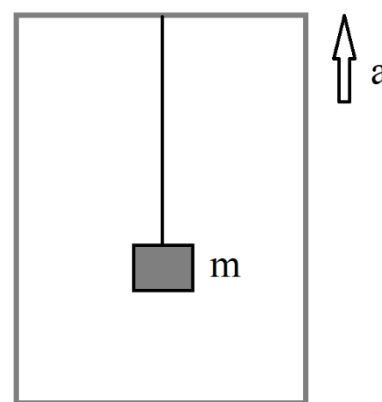
$$T = m(g + a).$$

Нить не будет рваться, если сила натяжения будет меньше T_{\max} . Таким образом получаем неравенство для определения ускорения

$$T = m(g + a) < T_{\max}.$$

Окончательно для ускорения получаем

$$a < \frac{T_{\max}}{m} - g.$$



Верно записано соотношение для силы натяжения нити	1 балл
Если для ускорения записано равенство	1 балл
Если для ускорения записано неравенство	1 балл



3.2. (3 балла) С какой силой надо тянуть за нить, чтобы тело массы m двигалось равномерно? С ускорением a ? Коэффициент трения скольжения равен k .

РЕШЕНИЕ:

Для равномерного движения надо, чтобы сила натяжения нити была равна силе трения скольжения

$$T = F_{\text{тр}}^{\text{ск}} = kmg.$$

Так как сила натяжения нити равна силе F , то

$$F = kmg.$$

Запишем второй закон Ньютона для равноускоренного движения

$$ma = F - kmg.$$

Определим отсюда значение силы F

$$F = m(a + kg).$$

Есть выражение для силы трения	1 балл
Записано условие равномерного движения, найдена сила	1 балл
Записан второй закон Ньютона для равноускоренного движения, найдено значение силы F	1 балл

3.3. (4 балла) С какой силой F надо тянуть тело массой M , чтобы тела m и M , связанные этой нитью, двигались с ускорением a ? Порвется ли при этом нить? Поверхность гладкая.



РЕШЕНИЕ:

Запишем второй закон Ньютона для системы тел

$$F = (M + m)a.$$

Так мы нашли значение силы, с которой надо тянуть тело массы M , чтобы система двигалась с ускорением a .

Запишем второй закон Ньютона для второго тела и определим силу натяжения нити

$$ma = T.$$

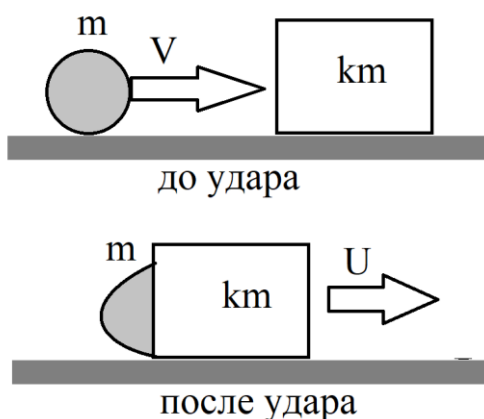
Нить порвется, если сила натяжения нити станет больше T_{\max} . Отсюда получаем условие на ускорение

$$a \geq \frac{T_{\max}}{m}$$

или на силу F

$$F \geq \frac{M + m}{m} T_{\max}.$$

Найдено значение силы	1 балл
Найдена сила натяжения нити	1 балл
Определено либо значение ускорения, с которым должна двигаться система, чтобы нить порвалась, либо значение силы F	2 балла



4. Неупругий удар (5 баллов)

Тело массой m , движущееся со скоростью V , налетает на неподвижное тело массой km . В результате неупругого удара тела слипаются и движутся как единое целое со скоростью U . Найти U и количество теплоты Q , выделившееся при ударе тел.

ПРИМЕРНОЕ РЕШЕНИЕ:

Запишем закон сохранения импульса

$$mV = (m + km)U.$$

Из записанного соотношения определим скорость тел после соударения

$$U = \frac{V}{1+k}$$

Для определения тепла, выделившегося при соударении, запишем закон сохранения энергии

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{(m+km)U^2}{2} + Q.$$

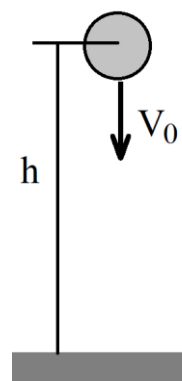
Подставив значение U, получим

$$Q = \frac{mV^2}{2} \cdot \frac{k}{1+k}.$$

Правильно записан закон сохранения импульса	1 балл
Найдено значение скорости тел после соударения	1 балл
Записан закон сохранения энергии с учетом тепла	2 балл
Правильно найдено выделившееся тепло	1 балл

5. Упругий удар (6 баллов)

5.1. (2 балла) Упругий шарик бросают с высоты h на горизонтальную плоскость, сообщив ему начальную скорость V_0 . На какую высоту поднимется шарик после абсолютно упругого удара о плоскость? Высоту отсчитываем от плоскости.



РЕШЕНИЕ:

Записываем закон сохранения энергии

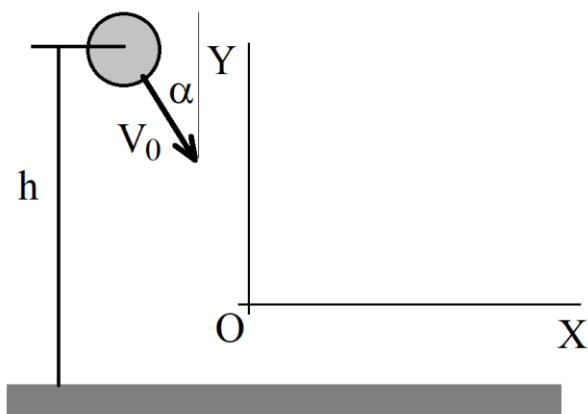
$$mgh + \frac{mV_0^2}{2} = mgH.$$

Отсюда находим высоту подъема тела после удара

$$H = h + V_0^2 / 2g.$$

Правильно записан закон сохранения энергии	1 балл
Правильно найдена высота подъема	1 балл

5.2. (4 балла) Упругий маленький шарик бросают с высоты h на горизонтальную плоскость, сообщив ему начальную скорость V_0 , направленную под углом 30° к вертикали. Определите:



- проекции начальной скорости на оси OX и OY;
- проекции скорости шарика перед ударом о плоскость на эти же оси;
- полную механическую энергию шарика в начальный момент времени;
- полную механическую энергию шарика перед ударом;
- высоту, на которую поднимется шарик после абсолютно упругого удара о плоскость.

РЕШЕНИЕ:

Проекции начальной скорости на оси ОХ и ОУ равны

$$OX : V_{0x} = V_0 \sin \alpha = \frac{1}{2} V_0;$$

$$OY : V_{0y} = V_0 \cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} V_0.$$

Проекции скорости шарика перед ударом о плоскость равны

$$OX : V_x = V_0 \sin \alpha = \frac{1}{2} V_0;$$

$$OY : V_y = \sqrt{\frac{3}{4} V_0^2 + 2gh}.$$

Энергия шарика в начальный момент времени

$$E_0 = \frac{mV_0^2}{2} + mgh.$$

Энергия шарика перед ударом равна

$$E = \frac{mV^2}{2}.$$

Определим энергию шарика в верхней точке траектории после отскока от поверхности

$$E' = \frac{mV_{0x}^2}{2} + mgH.$$

Здесь учтен тот факт, что в верхней точке траектории проекция скорости тела на вертикальное направление (ось ОУ) равна нулю.

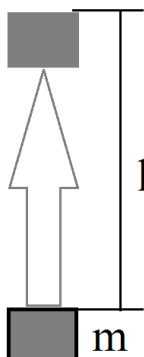
С учетом закона сохранения энергии получим

$$E_0 = \frac{mV_0^2}{2} + mgh = \frac{mV_{0x}^2}{2} + mgH = E'.$$

Учтем выражения для проекций скоростей, записанные выше и подставим значения синуса и косинуса угла α , получим

$$H = \frac{3V_0^2}{8g} + h.$$

Записаны проекции начальной скорости	0,5 балла
Записаны проекции скорости перед ударом	1 балл
Начальная энергия тела	0,25 балла
Энергия тела перед ударом	0,25 балла
Записан закон сохранения энергии. В нем учтено, что вертикальная скорость в верхней точке равна нулю	1 балл
Верно найдено значение высоты подскока	1 балл

**6. Минимальная работа (6 баллов)**

Какую минимальную работу нужно совершить, чтобы:

6.1. тело массой m поднять на высоту h ? (1 балл)

РЕШЕНИЕ:

Минимальная работа совершается при равномерном подъеме тела. В этом случае сила, направленная вверх и совершающая работу по подъему тела должна быть равна силе тяжести, поэтому работа по равномерному подъему тела равна

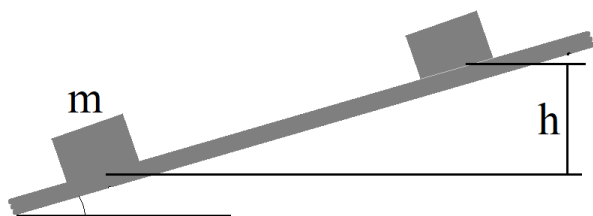
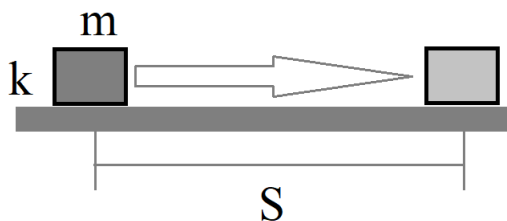
$$A = mgh$$

6.2. переместить это тело по горизонтальной скорости на расстояние S . Коэффициент трения скольжения равен k . (2 балла)

РЕШЕНИЕ:

Для равномерного перемещения тела по горизонтальной поверхности к нему нужно прикладывать горизонтальную силы, равную силе трения скольжения, поэтому работа равна

$$A = kmgS$$



6.3. переместить тело вдоль наклонной плоскости, подняв его на высоту h . Коэффициент трения скольжения равен k . (3 балла)

РЕШЕНИЕ:

Для перемещения тела по наклонной плоскости нужно совершить работу по подъему, которую посчитали в пункте 6.1. и работу против силы трения, которая равна

$$A_{тр} = kmgL \cdot \cos \alpha.$$

Здесь L – расстояние, которое тело проходит вдоль наклонной плоскости при подъеме.

Полная работа равна

$$A = A_{тяж} + A_{тр} = mgh + kmgL \cdot \cos \alpha.$$

С учётом того, что

$$L = \frac{h}{\sin \alpha}$$

запишем окончательное выражение для работы

$$A = A_{тяж} + A_{тр} = mgh + kmgL \cdot \cos \alpha = mgh(1 + k \cot \alpha).$$

Найдена работа по преодолению силы тяжести	0,5 балла
Записано выражение для работы силы трения	0,5 балла
Найдена сила трения	0,5 балла
Записана связь между L и h	0,5 балла
Правильно найдена работа	1 балл

7. Дела мокрые (7 баллов)

7.1. (3 балла) Каким будет показание динамометра, если подвешенный к динамометру груз массой 800 г и объёмом 500 см³ полностью опустить в воду?

РЕШЕНИЕ:

Показания динамометра будут равны

$$F = mg - F_{\text{Арх}}.$$

Сила Архимеда при полном погружении тела в воду равна

$$F_{\text{Арх}} = \rho g V.$$

С учётом этого показания динамометра будут равны

$$F = mg - F_{\text{Арх}} = mg - \rho g V;$$

$$F = 3 \text{ Н}.$$

Знает выражения для силы Архимеда, и больше ничего нет	1 балл
Правильно решено в общем виде	1 балла
Правильный расчет	1 балл

7.2. (4 балла) На дно аквариума с водой длиной 40 см и шириной 25 см положили чугунный шар массой 700 г. Насколько после этого увеличивается давление воды на дно, если вода из аквариума не вылилась? Шар погружен полностью. Плотность воды 1 г/см³, плотность чугуна 7 г/см³.

РЕШЕНИЕ:

Когда в аквариум положили шар, уровень воды поднялся на Δh

$$\Delta h = \frac{V_{\text{шара}}}{S}.$$

Найдем объем шара

$$V_{\text{шара}} = \frac{m}{\rho_{\text{св}}}.$$

Из-за того, что поднимется уровень воды, давление на дно возрастет. Изменение давления равно

$$\Delta p = \rho_{\text{воды}} \cdot g \cdot \Delta h = \frac{\rho_{\text{воды}} \cdot g \cdot m}{\rho_{\text{св}} \cdot S};$$

$$\Delta p = 10 \text{ Па}.$$

Сказано в явном или неявном виде, что шар вытесняет воду объемом, равном своему.	1 балл
Определена высота подъема воды	1 балл
Определено изменение давления в общем виде	1 балл
Правильный ответ	1 балл

8.Посчитаем? (5 баллов)

В этих задачах принцип оценивания прост – наличие правильного ответа. Если ответ правильный, то ставится полный балл. Если ответ неправильный, то не ставится ничего.

8.1. (1 балл) Кто движется быстрее – заяц или дельфин? Скорость зайца равна 15 м/с, а дельфина 72 км/ч.

РЕШЕНИЕ:

Переводим скорость дельфина в м/с, получаем 20 м/с. Ясно, что дельфин движется быстрее.

8.2. (1 балл) Скорость света в вакууме равна 299 792 458 м/с. В астрономии для измерения расстояний применяются единицы световой год и парсек. 1 световой год - единица измерения расстояния, равная дистанции, которую свет проходит в вакууме, не испытывая влияния гравитационных полей, за один год. Термин «парсек» произошел от слов «параллакс» и «секунда». Строгое определение парсека таково: единица длины, равная расстоянию, с которого средний радиус земной орбиты виден под углом одной секунды дуги. Один парсек равен 31 триллиону километров. Выразите 1 св.год в м. Установите связь между парсеком и световым годом.

РЕШЕНИЕ:

Считаем 1 световой год в метрах

$$1 \text{ св.год} = 3 \cdot 10^8 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365 = 9,461 \cdot 10^{15} \text{ м.}$$

1 парсек составляет $31 \cdot 10^{15}$ м.

Таким образом, 1 парсек равен 3,28 световых года.

8.3. (1 балл) В химии и физике принято определенное количество молекул называть молем вещества. 1 моль любого вещества содержит число молекул, равное $6,02 \cdot 10^{23}$ штук. 1 моль воды имеет массу 18 грамм. Определите массу молекулы воды.

РЕШЕНИЕ:

Масса молекулы воды равна

$$m = \frac{18}{6,02 \cdot 10^{23}} (\text{г}) = 3 \cdot 10^{-23} (\text{г}) = 3 \cdot 10^{-26} (\text{кг}).$$

8.4. (2 балла) В стеклянную банку наливают $V_0 = 270$ мл воды, а затем её замораживают. Каким должен быть минимальный объём банки V , чтобы при превращении воды в лёд она не лопнула? Плотность воды 1 г/см^3 , а плотность льда $0,9 \text{ г/см}^3$. Ответ выразить в мл, округлив до целых.

РЕШЕНИЕ:

Так как масса льда и воды одинаковы, а плотности разные, то можно записать

$$\rho_l V_l = \rho_v V_v.$$

Следовательно, объём льда, полученного при полном замерзании воды, будет равен

$$V_l = V_v \frac{\rho_v}{\rho_l};$$

$$V_l = 300 \text{ мл.}$$

Таким образом, объём банки не может быть меньше 300 мл.