Заключительный этап Всесибирской олимпиады, 2014-2015

Физика, 7 класс

Возможные решения с баллами.

Максимальный балл за задачу – 10.

1) В маленьком аквариуме, имеющем вид куба с ребром 20 см, плавают две рыбки одного вида. Они различаются тем, что все геометрические размеры одной из рыбок в два раза больше, чем у другой. Когда большую рыбку вытащили сачком, уровень воды в аквариуме уменьшился на 2 мм. Определите по этим данным массу маленькой рыбки.

Решение. Объем воды, вытесняемый большой рыбкой, равен 0.2·20·20= 80 см^3 (+2 балла). Значит, объем маленькой рыбки равен 10 см^3, так как объем пропорционален произведению характерных размеров в трех измерениях (+3).
Так как рыба плавает, то ее средняя плотность практически равна плотности воды, 1000 кг/м^3 (+3). Таким образом, масса маленькой рыбки составляет 10 г (+2 балла).

2) Имеется три разные пружины с коэффициентами жесткости k, $3k$ и $6k$. Их в некотором порядке скрепили концами одну за другой. Свободные концы этой «составной» пружины сместили вправо: один конец – на 12 см, а другой – на 3 см. Насколько изменилась длина пружины со значением коэффициента жесткости $3k$?

Решение. Описанное в условии смещение концов пружин эквивалентно растяжению или сжатию составной пружины на ΔL=9 см (+2 балла).
Если рассчитать эффективный коэффициент жесткости составной пружины $(1/k_{eff})=1/k+1/3k+1/6k$, который не зависит от порядка расположения пружин (+1), то получим значение $k_{eff}=2k/3$ (+2 балла).
Значит, сила натяжения (упругости) пружин составляет $F=\Delta L\cdot k_{eff}=\Delta L\cdot 2k/3$ (+2 балла).
Изменение длины пружины с коэффициентом жесткости $3k$ не зависит от положения пружины и направления действия сил натяжения (+1) и составит $\Delta L_1 = F/3k = 2\cdot\Delta L/9$= 2см (+2 балла).

3) Две машины одновременно выехали из пункта А в пункт Б. У одной машины скорость была на 20% больше, и через полчаса от момента старта этой машине до пункта Б оставалось в 1.5 раза меньше, чем другой. На сколько минут позже, чем первая, в пункт Б приехала вторая машина? Скорости машин считать постоянными.

Решение. Обозначим за L расстояние между А и Б вдоль дороги, V_1 – скорость быстрой машины, V_2 – более медленной, τ= 30 мин. Тогда $V_1/V_2=1.2$, а искомое значение времени задержки второй машины равно $L/V_2 - L/V_1$ (+1 балл).
Из условия задачи следует, что верно соотношение

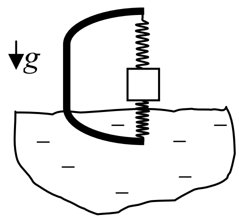
$$\frac{L-V_1\tau}{L-V_2\tau}=\frac{2}{3} \quad \text{(+3 балла)}$$

Отсюда получаем, что $\frac{L}{V_2}=3\tau\frac{V_1}{V_2}-2\tau$ (+1 балл), а $\frac{L}{V_1}=3\tau-2\tau\frac{V_2}{V_1}$ (+1 балл), т.е.

$$\frac{L}{V_2}-\frac{L}{V_1}=\left(3\tau\frac{V_1}{V_2}-2\tau\right)-\left(3\tau-2\tau\frac{V_2}{V_1}\right)=\tau\left(3\frac{V_1}{V_2}+2\frac{V_2}{V_1}-5\right) \text{(+2 балла)}$$

Подставляя численные значения, получаем $\frac{L}{V_2}-\frac{L}{V_1}=\frac{8}{30}\tau$ =8 минут (+2 балла)

4) С помощью С-образной скобы между двумя одинаковыми вертикальными пружинами зажат кубик с длиной ребра a=10 см (см. рис.). Сохраняя вертикальность пружин, скобу опускают в широкий сосуд с водой. Оказалось, что, считая от момента касания кубиком воды до его полного погружения в воду, сама скоба переместилась на h=15 см по вертикали. Найдите коэффициент k жесткости одной пружины. Считать вес 1 кг равным 10 Н, собственным объемом пружин пренебречь.



Решение. Согласно условию задачи, при погружении кубика его смещение относительно скобы составило $\Delta X=h-a$=15-10=5 см (+2 балла). На столько же изменила свою деформацию и каждая из пружин: одна увеличила, а другая уменьшила (+2 балла).
Это означает, что равнодействующая сил упругости, действующих на погруженный кубик, изменилась на $2k\Delta X$ (+2 балла). Отличием между не погруженным и погруженным в воду кубиком является то, что в последнем случае на него действует выталкивающая сила (+1 балл), равная весу $a^3=10^3$ см^3 воды, т.е., с хорошей точностью, F=10 Н (+2 балла).
Таким образом , $F=2k\Delta X$ (+2 балла), т.е. $k=F/(2\Delta X)$=10/0.1=100 Н/м (+2 балла).

Заключительный этап Всесибирской олимпиады, 2014-2015

Физика, 8 класс

Возможные решения с баллами. Максимальный балл за задачу – 10.

1) На лабораторной работе надо было определить плотность полнотелых кирпичей марки М150, которые лежали во дворе школы. Однако Коля немного задержался, и когда он пришел, остался всего один кирпич, разбитый на несколько неровных кусков. Коля не растерялся, собрал все осколки кирпича и исследовал следы на земле от тех кирпичей, которые забрали другие школьники. Он обнаружил, что все следы были прямоугольной формы и имели площадь, равную одному из значений: 300 см^2, 150 см^2, 72 см^2. Масса всех осколков оказалась равной 3.6 кг. Определите по этим данным плотность кирпича.

Решение. Для того, чтобы определить плотность кирпича, надо узнать его объем (+1 балл). Так как кирпич является параллелепипедом, то его объем равен $V=a\cdot b\cdot c$ – произведению длин сторон (+1). Площадь граней кирпича равна $a\cdot b$, $b\cdot c$ или $a\cdot c$ (+2). Произведения площадей $(a\cdot b)\cdot(b\cdot c)\cdot(a\cdot c)=(a\cdot b\cdot c)^2=V^2$ (+2), т.е. объем равен 1800 см^3 (+2), а плотность 2 г/см^3= 2000 кг/м^3 (+2).

Длины сторон можно найти и явно. Например, $a^2=(a\cdot b)\cdot(a\cdot c)/(b\cdot c)$ и т.д. Если длины сторон (6 см, 12 см, 25 см) фактически угадываются (т.е. проводится только демонстрация того, что эти значения удовлетворяют условию), то ставится 7 баллов.

2) Дачник использует на даче два одинаковых газовых баллона. Один баллон нужен для подогрева воды, а другой устанавливается в кухонную плиту. Баллон для подогрева воды расходуется у него ровно за 4 недели, а баллон в плите – за 10 недель. Дачник одновременно установил два новых баллона. На какой день после установки баллонов ему нужно поменять их местами, чтобы оба баллона закончились одновременно?

Решение. Обозначим через $T_в$ время расходования баллона при подогреве воды, $T_п$ - время расходования баллона в плите. Доля газа в баллоне, израсходовавшаяся за время t, будет составлять $t/T_в$ (вода) и $t/T_п$ (плита) (+1 балл), а оставшаяся, соответственно, $(1-t/T_в)$ и $(1-t/T_п)$ (+2 балла). Скорость расхода газа в (одинаковых) баллонах относится как $T_п/T_в$ (вода/плита) (+1). Одновременно газ в баллонах закончится, если баллоны поменяют в тот момент, когда отношение оставшегося количества газа будет равно отношению скоростей расхода, т.е. $T_п/T_в$ (+2 балла).

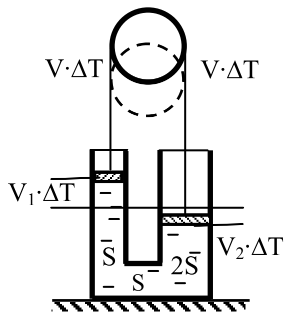
Таким образом, получаем уравнение

$(1-t/T_п)/(1-t/T_в)= T_п/T_в$ (+2 балла)

Преобразуя, получаем $t(T_п/T_в - T_в/T_п)= T_п-T_в$. $t= T_п\cdot T_в/(T_п+T_в)=20/7$ (недель)=20 дней, т.е. дачнику надо сменить баллоны местами на 21-й день после их установки (+2 балла).

3) Вертикальные сообщающиеся сосуды с площадями сечения S и 2S соединены горизонтальным каналом площадью сечения S (см. рис.). Сосуды перекрыты невесомыми подвижными поршнями, и весь объем под поршнями заполнен несжимаемой жидкостью. К поршням прикреплена крепкая нерастяжимая нить, перекинутая через блок. Ось блока начинают перемещать вверх с постоянной скоростью V. С какой средней скоростью начинает двигаться жидкость в горизонтальном канале? Сами сосуды неподвижны, а поршни от жидкости не отрываются.

Решение. Так как объем жидкости постоянен, искомая величина скорости Vx движения воды в горизонтальном канале равна скорости V_1 движения в сосуде того же сечения S (+2 балла). По этой же причине величина скорости V_2 движения поршня в сосуде сечением 2S равна половине от величины V_1: $2S\cdot V_2=S\cdot V_1$, $V_2=V_1/2$ (+2). Вследствие сохранения объема жидкости один из поршней двигается вниз (больший), а другой (меньший) – вверх (+1).



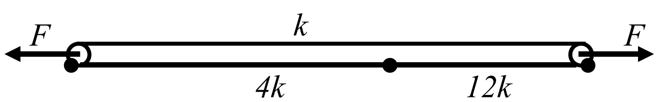
За некоторый промежуток времени ΔT ось блока переместится на расстояние $V\cdot\Delta T$, а смещения поршней составят $V_1\cdot\Delta T$ и ($-V_2\cdot\Delta T$). Знак минус добавлен для того, чтобы учесть, что этот поршень двигается вниз, как и конец нити.

Так как нить не изменяет своей длины, то эти смещения связаны соотношением

$2\cdot V\cdot\Delta T=V_1\cdot\Delta T-V_2\cdot\Delta T$ или $V=(V_1-V_2)/2$ (+2 балла), т.е. $V_1=4V$. Таким образом, скорость воды в горизонтальном канале направлена (по рисунку) влево и равна Vx=4V (+2 балла).

4) Три упругих, хорошо растягивающихся жгута имеют одинаковую длину L, но разные коэффициенты жесткости, *k*, 4*k* и 12*k*. Из них, соединив попарно концами, сделали кольцо общей длиной в нерастянутом состоянии 3L. Кольцо надели на два маленьких блока и растягивают. Какую минимальную силу надо приложить к блокам, чтобы оба блока могли касаться только одного из жгутов? Размером самих блоков и трением в них пренебречь.

Решение



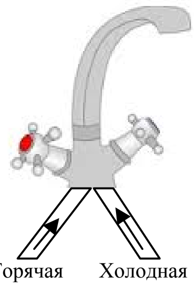
Описываемая в условии ситуация возможна в том случае, когда наименее упругий жгут растянется до длины, равной расстоянию от одного блока до другого, а более жесткие жгуты можно будет сдвинуть на одну сторону от обоих блоков (+1 балл). Это можно обосновать тем, что натяжение всех жгутов будет одинаковым, поэтому всегда жгут с коэффициентом жесткости *k* будет растянут больше, чем любой другой (+1 балл за наличие обоснования). Так как по условию можно пренебречь размером блоков, то самый длинный растянутый жгут будет иметь практически такую же длину, как и два других жгута, с коэффициентами жесткости 4*k* и 12*k*, вместе (+1). Из условия равновесия блоков следует, что сила натяжения жгутов равнаF/2 (+2 балла).

Это позволяет связать длины растянутых жгутов уравнением

$$L+\frac{F/2}{k}=\left(L+\frac{F/2}{4k}\right)+\left(L+\frac{F/2}{12k}\right) \qquad (+3)$$

Решая, получаем $F=3kL$ (+2 балла)

5) В летнем лагере в домике есть кран, к которому по трубам подают холодную и горячую воду. При нормальной работе холодная вода имеет температуру $T_х$=+20 ^oC, а горячая $T_г$=+70 ^oC. За ночь из-за холодной погоды температура воды в обеих трубах опустилась до T_0=+10 ^oC. Утром одновременно открывают вентили и холодной, и горячей воды. После этого температура воды в каждой из труб, подходящих к крану, начинает повышаться с постоянной скоростью (количество градусов в единицу времени), причем эта скорость для обеих труб одинакова. Через 1 минуту после открывания вентилей температура вытекающей из крана воды достигла T_1=24 ^oC, а еще через 1 минуту температура воды перестала изменяться. Какова установившаяся температура вытекающей воды? Расход воды считать постоянным.



Решение. Если температура воды, вытекающей из крана, перестает меняться, то в обеих трубах значения температуры воды уже стали номинальными, т.е. $T_х$=20 ^oC и $T_г$=70 ^oC (+1 балл).

Вода в «горячей» трубе дольше увеличивала свою температуру, и полное время изменения составило, согласно условию, две минуты. Тогда скорость нарастания температуры составляло для обеих труб $(Тг-T_0)/120=0.5$ ^oC/сек (+1).

Значит, вода в «холодной» трубе стала иметь температуру 20 ^oC уже через 20 секунд после открытия кранов и после уже не изменялась. В этот же момент вода в «горячей» трубе имела температуру T_3=40 ^oC (+1).

Составляем уравнение теплового баланса, в которое входят масса $M_х$ воды, притекающей в *единицу времени* по «холодной» трубе, масса $M_г$ воды, притекающей за тот же промежуток времени по «горячей», а также известная из условия промежуточная температура T_1=24 ^oC:

$M_х\cdot(T_1-T_х)=M_г\cdot(T_3-T_1)$ (+2 балла)

Отсюда находим соотношение Мх/Мг=4 (+1 бал), т.е. вентиль холодной воды открыт сильнее.

Теперь составим уравнение теплового баланса для момента, когда значение температуры вытекающей, т.е. смешанной из разных труб, воды достигло установившегося значения T_4.

$M_х\cdot(T_4-T_х)=M_г\cdot(T_г-T_4)$ (+2 балла), откуда находим, что T_4= 30 ^oC (+2 балла).

Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике
(22 февраля 2015 г.)
Решения и критерии оценки
9 класс

Рекомендации для жюри

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Участники олимпиады могут предложить полные и верные решения задач, отличные от приведённых ниже. За это они должны получить полный балл. Частичное решение или решение с ошибками оценивается, ориентируясь на этапы решения, приведённые в разбалловке. При этом верные выводы из ошибочных допущений не добавляют баллов. Если какой-то этап решения не полный, или частично правильный, то он оценивается частью баллов за этап. Если в решении участника олипиады предложенные этапы объединены как один, то оценка проводится из суммарного балла. Наличие ответа без решения не оценивается. В решении в скобках могут быть указаны баллы, они повторяются в таблице разбалловки. Для удобства работы жюри, каждая задача представлена на отдельной странице.

Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике
(22 февраля 2015 г.)
Решения и критерии оценки
9 класс

1. Велосипедисты движутся один за другим со скоростью v = 30 км/час. Они проезжают мимо фонарного столба с интервалом времени T_o = 1 минута, а мимо идущего вдоль дороги пешехода с интервалом времени T = 50 секунд. В какую сторону идёт пешеход и с какой скоростью?

Возможное решение

1. Расстояние между велосипедистами $L = vT_o$ (2 балла).
2. Если пешеход идёт в ту же сторону, куда едут велосипедисты, то заднему велосипедисту нужно проехать расстояние L плюс расстояние, которое за время T пройдёт пешеход. Тогда $T > T_o$. В условии же $T < T_o$, то есть пешеход идёт навстречу велосипедистам и задний велосипедист проходит до встречи с пешеходом расстояние меньшее L (2 балла).
3. Пусть скорость пешехода u. За время T от встречи пешехода с передним велоспедистом до встречи с задним пешеход пройдёт навстречу ему расстояние uT. (1 балл). Задний велосипедист тогда проезжает расстояние $L – uT = vT$ (2 балла). Откуда после подстановки L имеем $vT_o = (u + v)T$ (1 балл).
4. Откуда искомая скорость пешехода $u = v(T_o – T)/T$ = 6 км/час. (2 балла)

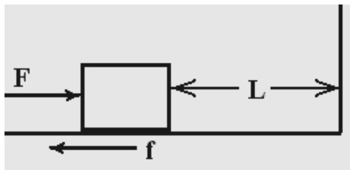
Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Нахождение расстояния между велосипедистами	$L = vT_o$	***2***
2	Объяснение, что скорость пешехода встречная		***2***
3	Установление связи пройденных расстояний и скоростей	$L – uT = vT$; $vT_o = (u + v)T$ или аналог	***4***
4	Ответ, вывод и число	$u = v(T_o – T)/T$ = 6 км/час	***2***

Комментарий: Возможно решение в системе отсчёта велосипедистов с нахождением относительной скорости. Если при этом правильно получены результаты пункта 1 и пункта 3, то за них полагающиеся 2 и 4 балла.

Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике
(22 февраля 2015 г.)
Решения и критерии оценки
9 класс

2. Ящик с массой m = 100 кг стоит на расстоянии L = 164 см от стены. В течении времени T = 4 с его толкают к стене горизонтальной силой F = 420 Н. Сила трения, действующая на ящик, f = 400 Н. Достигнет ли ящик стены, а если достигнет, то какую скорость будет иметь перед ударом о неё?



Возможное решение

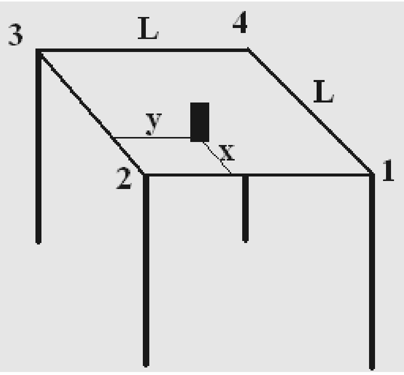
1. Найдём ускорение ящика из 2-го закона Ньютона. В течении времени T на него действует сила F и встречная ей сила трения. Откуда находим ускорение $a = (F - f)/m = 0{,}2$ м/с^2. (2 балла).
2. За это время он приобретёт скорость $V = aT = 0{,}8$ м/с, и пройдёт расстояние $S = aT^2/2 = 160$ см. (2 балла).
3. Далее он тормозится под действием только силы трения, ускорение торможения $A = f/m = 4$ м/с^2. (1 балл).
4. Если б не было стенки, ящика остановился бы за время $\tau = V/A = 0{,}2$ с и за это время прошёл бы дополнительное расстояние $s = V\tau/2 = 8$ см. (2 балла).
5. Отметим, что $S + s = 168$ см, то есть на 4 см больше указанного L. Поэтому ящик достигнет стенки и ударится о неё с ненулевой скоростью! (1 балл).
6. Обозначим t время от начала торможения до удара о стенку, а искомую скорость в момент удара v. Тогда $V - v = At$; а $(V + v)t/2 = L - S$, откуда исключив t $V^2 - v^2 = 2A(L - S)$ и окончательно $v = 0{,}56$ м/с. (2 балла).

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Ускорение при разгоне	$a = (F - f)/m = 0{,}2$ м/с^2	***2***
2	Скорость и перемещение в конце разгона	$V = aT = 0{,}8$ м/с; $S = aT^2/2 = 160$ см	***2***
3	Ускорение при торможении	$A = f/m = 4$ м/с^2	***1***
4	Торможение до остановки (аналог)	$\tau = V/A = 0{,}2$ с; $s = V\tau/2 = 8$ см	***2***
5	Вывод о столкновении		***1***
6	Нахождение скорости при ударе	$V^2 - v^2 = 2A(L - S)$; $v = 0{,}56$ м/с	***2***

Комментарий: Шестой этап, конечно, самый сложный для среднего участника. Скромные 2 балла за него оценивают не трудоёмкость, а долю в общей картине движения.

Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике
(22 февраля 2015 г.)
Решения и критерии оценки
9 класс



3. Стол веса P_o = 40 Н с квадратной столешницей LxL (L = 1 м) стоит на полу. Его ножки вертикальны и прикреплены к углам столешницы (на рис. они пронумерованы). На стол поставили банку весом P = 30 Н. Расстояние от центра дна банки до одной стороны x = 0,2 м, а до другой y = 0,4 м. При этом между четвёртой ножкой и полом возник небольшой просвет. Найдите силы, с которыми давят на пол остальные ножки.

Возможное решение

1. Условие равновесия: сумма сил равна нулю и сумма моментов сил равна нулю. Высказанная идея (1 балл).
2. Так как отсутствует вращения относительно любой оси, то относительно любой оси сумма моментов нуль, и можно специально выбрать оси, чтобы упростить соотношения. Обозначим силы нормального давления ножек N_1; N_2; N_3. Из равновесия моментов сил относительно осей 2-3, 1-2 и 1-3 имеем:
$N_1L = P_oL/2 + Py$ (2 балла); $N_3L = P_oL/2 + Px$(2 балла); $N_2L = P(L - x - y)$ (множитель с корнем из двух сократили) (2 балла).
(Возможно решение из условия $N_1 + N_2 + N_3 = P_o + P$ (2 балла)и моментов для любых двух осей (2+2 балла).
3. Отсюда N_1 = 32 Н; N_3 = 26 Н; N_2 = 12 Н. (3 балла).

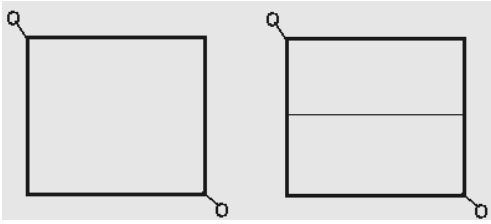
Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Указание на равновесие сил и моментов сил		***1***
2	Выражения условий равновесия через искомые и данные силы	Любой вариант достаточных для нахождения всех N равенств	***6***
3	Нахождение искомых сил	N_1 = 32Н; N_3 = 26Н; N_2 = 12 Н	***3***

Комментарий: Второй этап – выражение условий равновесия допускает разные варианты, скажем, для выражения моментов можно взять оси проходящие через центр квадрата по его диагоналям или параллельно сторонам.

Если правильно получены три независимых уравнения для N_1, N_2 и N_3, то 6 баллов, два – 4, одно 2. За ошибку в вычислении плеч снимается по баллу.

Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике
(22 февраля 2015 г.)
Решения и критерии оценки
9 класс



4. Квадрат сделан из проволоки с большим удельным сопротивлением. Его сопротивление между противоположными углами R. Каким оно станет, если середины противоположных сторон соединить проводом с пренебрежимо малым сопротивлением?

Возможное решение

1. Выразим сопротивление R через сопротивление стороны квадрата r. Две стороны соединены последовательно, поэтому их суммарное сопротивления 2 r. Стороны же выше и ниже дигонали соединены параллельно, а тогда общее сопротивление r! То есть R = r (2 балла).

2. Найдём сопротивления от вершин до точек соединения проводом. По правилу последовательного соединения $r_1 = 1,5$ R; $r_2 = 0,5$ R; $r_3 = 0,5$ R; $r_4 = 1,5$ R (2 балла).

3. Раз сопротивления провода нулевое, то напряжение на нём нулевое, а тогда напряжения на сопротивлениях r_1 и r_3, выходящих из верхнего угла одинаково (2 балла). Подводимый же к углу ток равен сумме токов в этих сопротивлениях (1 балл). То есть они соединены параллельно, и общее сопротивление равно $r_1r_3/(r_1 + r_3) = 3R/8$ (1 балл). Это же имеет место для сопротивлений r_2 и r_4 присоединённых к нижнему углу (1 балл).

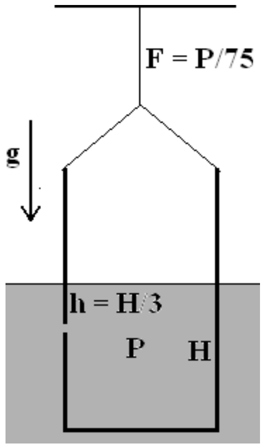
4. Получившиеся сопротивления по 3R/8 соединены последовательно, и искомое сопротивление равно их сумме, то есть x = 3R/4.(1 балл).

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Нахождение сопротивления стороны квадрата		***2***
2	Нахождение сопротивлений от вершин до точек соединения с проводом	$r_1 = 1,5$ R; $r_2 = 0,5$ R; $r_3 = 0,5$ R; $r_4 = 1,5$ R	***2***
3	Вывод о параллельном соединении r_1 и r_3 и r_2 и r_4 и нахождение общих	$r_1r_3/(r_1 + r_3) = 3R/8$ и аналог для r_2 и r_4	***5***
4	Получение ответа	x = 3R/4	***1***

Комментарий: Третий этап, при использовании формулы для параллельного соединения и нахождении двух сопротивлений по 3R/8 без пояснений, 3 балла, а при указании (без объяснения) на параллельность соединения 4 балла.

Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике
(22 февраля 2015 г.)
Решения и критерии оценки
9 класс



5. Стакан с малым отверстием сбоку погружён на глубину H в холодную воду. Отверстие ниже уровня воды на h = H/3. Вес воды в стакане P, а сила натяжения нити, на которой подвешен стакан, F = P/75. Воду в стакане начинают нагревать. На какую долю уменьшилась плотность воды в нём, в момент, когда стакан стал всплывать? Уровень и температура воды снаружи неизменны.

Возможное решение

1. Пусть ρ_o и ρ плотности холодной и горячей воды, а x подъём уровня воды в стакане. Тогда из равенства давлений на уровне отверстия: $\rho_o h = \rho(h + x)$ и $x = (\rho_o - \rho)h/\rho$ <2 балла>.

2. Начальная масса воды в стакане $m_o = \rho_o SH$, конечная $m = \rho S(H + x)$, и из стакана вытечет масса $\Delta m = m_o - m = m_o((\rho_o - \rho)/\rho_o)(1 - h/H)$ <3 балла>.

3. Выталкивающая сила не изменится, вне стакана всё по прежнему. Натяжение же нити при начале всплытия обращается в ноль. Значит уменьшение веса воды в стакане $\Delta P = F$ <2 балла>.

4. $\Delta P/P = \Delta m/m_o$, то есть $F/P = ((\rho_o - \rho)/\rho_o)(1 - h/H)$ <1 балл>.

5. Откуда искомая доля $(\rho_o - \rho)/\rho_o = FH/P(H - h) = 0{,}02$ <2 балла>.

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Равенство давлений на уровне отверстия (идея + выражение)	$\rho_o h = \rho(h + x)$	***2***
2	Начальная, конечная и вытекшая массы За выражение Δm 2 балла!	$m_o = \rho_o SH$ и $m = \rho S(H + x)$; $\Delta m = m_o - m = m_o((\rho_o - \rho)/\rho_o)(1 - h/H)$	***1+2***
3	Вывод о равенстве уменьшения веса начальной силе натяжения	$\Delta P = F$	***2***
4	Равенство отношения весов отношению масс. Выражение для F/P	$\Delta P/P = \Delta m/m_o$, $F/P = ((\rho_o - \rho)/\rho_o)(1 - h/H)$	***1***
5	Нахождение искомой доли, число	$(\rho_o - \rho)/\rho_o = FH/P(H - h) = 0{,}02$	***2***

Комментарий: Третий этап, если равенство $\Delta P = F$ появляется без объяснений 1 балл, при наличии более-менее разумного пояснения 2 балла.

Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике
(22 февраля 2015 г.)
Решения и критерии оценки
10 класс

Рекомендации для жюри

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Участники олимпиады могут предложить полные и верные решения задач, отличные от приведённых ниже. За это они должны получить полный балл. Частичное решение или решение с ошибками оценивается, ориентируясь на этапы решения, приведённые в разбалловке. При этом верные выводы из ошибочных допущений не добавляют баллов. Если какой-то этап решения не полный, или частично правильный, то он оценивается частью баллов за этап. Если в решении участника олимпиады предложенные этапы объединены как один, то оценка проводится из суммарного балла. Наличие ответа без решения не оценивается. В решении в скобках могут быть указаны баллы, они повторяются в таблице разбалловки. Для удобства работы жюри, каждая задача представлена на отдельной странице.

Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике
(22 февраля 2015 г.)
Решения и критерии оценки
10 класс

1. Два пассажира с билетами в один вагон стоят на платформе у головы состава. Когда поезд тронулся, они побежали с одинаковой скоростью v = 5 м/с, первый против хода поезда, а второй – по ходу. Первый пассажир добрался до своего вагона через время $t_1 = 8$ с. Через какое время до этого вагона доберётся второй, если ускорение поезда $a = 1$ м/с^2?

Возможное решение

1. Пусть расстояние от головы состава до нужного вагона L. Вагон за время t_1 переместится навстречу первому пассажиру на расстояние $at_1^2/2$, а пассажир до встречи с вагоном на расстояние vt_1. Тогда $L = vt_1 + at_1^2/2$. (1+1+1 балла).

2. Пусть второй пассажир добирается до вагона за время t_2, он пробегает расстояние vt_2, а догоняющий его вагон расстояние большее на L, то есть $vt_2 + L$. С другой стороны, пройденное вагоном расстояние это $at_2^2/2$, Таким образом $vt_2 + L = at_2^2/2$ (1+1+1 балла).

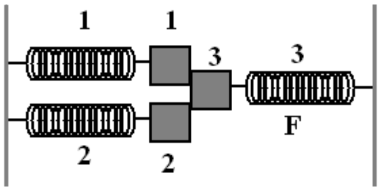
3. Если подставить выражение для L через t_1 (возможно и сразу числовое значение), то получим квадратное уравнение для t_2, его корни $t_2 = - t_1$ и $t_2 = 2v/a + t_1 = 18$ с (3 балла). Первый корень не годится, хотя бы потому, что до начального момента пассажиры и поезд стояли на месте (1 балл). Если посторонний корень не выписан, а оставлен только нужный – неявный выбор, то 1 балл остаётся. Снимается он, если оставлено без пояснения два решения.

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Перемещения вагона и первого пассажира за время t_1 и связь их с L	$at_1^2/2$; vt_1; $L = vt_1 + at_1^2/2$	***1+1 +1***
2	Перемещения вагона и второго пассажира за время t_2 и связь их с L	$at_2^2/2$; vt_2; $vt_2 + L = at_2^2/2$	***1+1 +1***
3	Получение и решение уравнения для t_2, отбрасывание постороннего корня	$t_2 = 2v/a + t_1 = 18$ с.	***3+1***

Комментарий: Можно найти время $\tau = 2v/a$, за которое голова поезда догонит 2-го пассажира (4 балла), так как с этого момента относительное движение оказывается таким же, как для первого пассажира, (3 балла) то $t_2 = 2v/a + t_1$ (3 балла).

Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике
(22 февраля 2015 г.)
Решения и критерии оценки
10 класс



2. Пружины жёсткостей k_1, k_2, k_3 прикреплены к стенкам и трём грузам (см. рис. вид сверху). Грузы находятся на горизонтальной плоскости в состоянии покоя. Первый и второй грузы склеены с третьим, упругая сила со стороны третьей пружины F. Длины первой и второй пружин в недеформированном состоянии одинаковы. В некоторый момент склейка разрушилась. Найдите наибольшие кинетические энергии грузов при возникших колебаниях. Трения нет.

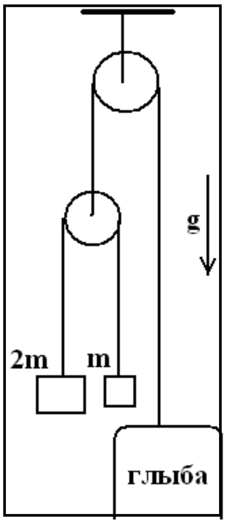
Возможное решение

1. Когда склейка разрушится, то грузы будут независимо колебаться, каждый на своей пружине. При этом наибольшая кинетическая энергия будет равна начальной потенциальной энергии (1 балл), а именно $E_1 = k_1x_1^2/2$; $E_2 = k_2x_2^2/2$; $E_3 = k_3x_3^2/2$, где x_1; x_2; x_3 растяжения пружин (1 балл).
2. Так как длины первой и второй пружин одинаковы, то одинаковы и растяжения $x_1 = x_2$ (1 балл за объяснение)
3. Из закона Гука и условия равновесия $F = k_3x_3 = k_1x_1 + k_2x_2$ (2 балла), откуда находим исходные растяжения $x_1 = x_2 = F/(k_1 + k_2)$; $x_3 = F/k_3$ (2 балла).
4. Отсюда получаем искомые энергии $E_1 = k_1x_1^2/2 = k_1F^2/2/(k_1 + k_2)^2$;
$E_2 = k_2x_2^2/2 = k_2F^2/2/(k_1 + k_2)^2$; $E_3 = F^2/2k_3$. (3 балла).

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Равенство максимальных кинетических энергий начальным потенциальным	$E_1 = k_1x_1^2/2$; $E_2 = k_2x_2^2/2$; $E_3 = k_3x_3^2/2$	***1+1***
2	Объяснение равенства $x_1 = x_2$		***1***
3	Нахождение исходных растяжений из закона Гука и равновесия	$F = k_3x_3 = k_1x_1 + k_2x_2$; $x_1=x_2=F/(k_1+k_2)$;$x_3=F/k_3$	***2+2***
4	Ответ для искомых энергий	$E_1=k_1F^2/2/(k_1+k_2)^2$; $E_2=k_2F^2/2/(k_1+k_2)^2$; $E_3 = F^2/2k_3$	***3***

Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике
(22 февраля 2015 г.)
Решения и критерии оценки
10 класс



3. Грузы масс 2m и m связаны нитью, проходящей через подвижный блок. Он связан с очень тяжёлой глыбой нитью, проходящей через второй неподвижный блок. Глыбу отпускают. Найти ускорения грузов. Нити нерастяжимы и невесомы, трением пренебречь. Ускорение свободного падения g.

Возможное решение

1.Ускорение подвижного блока направлено вверх и равно ускорению глыбы. Так она очень тяжёлая, то её ускорение g. То есть и ускорение подвижного блока g. (1 +1 балл).

2. Из нерастяжимости нижней нити $a_1 + a_2 = 2g$. (3 балла)

3.Из 2-го закона Ньютона в применении к грузам:

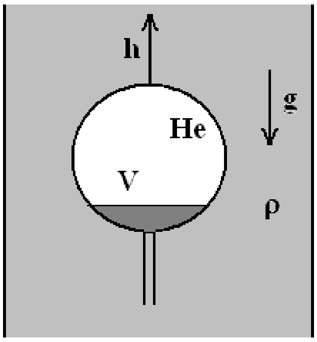
$m a_1 = T - mg$; $2m a_2 = T - 2mg$. $a_1 - 2a_2 = g$. (1 +1 +1 балл).

4. Откуда $a_1 = 5g/3$ и $a_2 = g/3$. (2 балла)

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Нахождение ускорения подвижного блока		***1+1***
2	Связь ускорений	$a_1 + a_2 = 2g$	***3***
3	2-й закон Ньютона и следствие для ускорений	$ma_1=T-mg$; $2ma_2=T-2mg$; $a_1 - 2a_2 = g$.	***1+1+1***
4	Ответ	$a_1 = 5g/3$ и $a_2 = g/3$	***1+1***

Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике
(22 февраля 2015 г.)
Решения и критерии оценки
10 класс



4. Перевёрнутая вниз горлышком колба с гелием погружена в жидкость плотности ρ. Объём гелия в ней V удерживают неизменным при остывании гелия, медленно поднимая колбу. Какое количество тепла отдал гелий, когда колба поднялась на h? Ускорение свободного падения g.

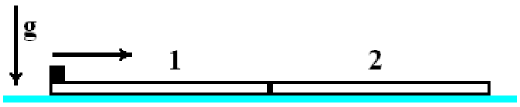
Возможное решение

1. Применим уравнение состояния идеального газа для двух положений колбы: $P_oV = \nu RT_o$; $PV = \nu RT$ (2 балла).
2. Свяжем давления с высотой подъёма $P = P_o - \rho gh$ (1 балл).
3. При неизменности объёма работа газа нулевая и отданное тепло равно убыли внутренней энергии газа $Q = U_o - U$ (2 балла).
4. Для гелия $U = (3/2)\nu RT$ и тогда $Q = (3/2)\nu R(T_o - T)$ (2 балла).
5. Исключая температуры с помощью уравнения состояния получаем окончательный ответ $Q = (3/2)\rho ghV$ (3 балла).

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Уравнение состояния (два положения)	$P_oV = \nu RT_o$; $PV = \nu RT$	*2*
2	Связь давлений с высотой	$P = P_o - \rho gh$	*1*
3	1 начало при неизменности объёма	$Q = U_o - U$	*2*
4	Выражение для U и Q через T	$U=(3/2)\nu RT$; $Q=(3/2)\nu R(T_o-T)$	*2*
5	Исключение температуры и окончательный ответ	$Q = (3/2)\rho ghV$	*3*

Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике
(22 февраля 2015 г.)
Решения и критерии оценки
10 класс



5. На идеально скользком льду лежат, соприкасаясь, две одинаковые доски. На левый край первой доски поставлен шероховатый брусок. Когда его толкнули, он достиг правого края второй доски и остался на нём. Во сколько раз приобретённая второй доской скорость больше, чем у первой? Масса и размер бруска много меньше массы и длины досок.

Возможное решение

1. Ввиду малой массы бруска, ускорение и скорости досок много меньше ускорения и скорости бруска. Поэтому движение бруска можно рассмотреть, не учитывая движение досок. (2 балл).
2. Пусть L длина одной доски, начальная скорость бруска v, ускорение a = μg, а времена движения по первой и второй доске t_1 и t_2. Тогда: $vt_1 - at_1^2/2 = L$; $v(t_1 + t_2) - a(t_1 + t_2)^2/2 = 2L$; $v - a(t_1 + t_2) = 0$, откуда $t_1 = t_2(\sqrt{2} - 1)$. (3 балла).
3. Пусть масса одной доски M. Сила трения μmg, действующая на доски со стороны бруска массы m, приводит к ускорению a_1 = μmg/2M (1 балл) при движении его по первой доске, когда обе доски движутся вместе, и ускорению второй доски a_2 = μmg/M = $2a_1$ при движении бруска по второй доске, когда первая отстаёт от второй и движется с достигнутой за время t_1 скоростью (2 балла).
3. Выразим искомые скорости: $v_1 = a_1t_1$; $v_2 = v_1 + a_2t_2$ (1 балла).
Откуда $v_2/v_1 = (t_1 + 2t_2)/t_1 = (\sqrt{2} + 1)/(\sqrt{2} - 1) \cong 5{,}82$ или примерно 6 (1 балл).

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Обоснование приближения неподвижности досок		***2***
2	Рассмотрение движения бруска в этом приближении	$vt_1 - at_1^2/2 = L$; $v(t_1+t_2) - a(t_1+t_2)^2/2 = 2L$; $v - a(t_1 + t_2) = 0$, $t_1 = t_2(\sqrt{2} - 1)$	***3***
3	Выражение для ускорений досок с учётом прекращения их контакта	a_1 = μmg/2M; a_2 = μmg/M = $2a_1$	***1+2***
3	Выражение для скоростей досок; получение ответа	$v_1 = a_1t_1$; $v_2 = v_1 + a_2t_2$ $v_2/v_1 = (\sqrt{2} + 1)/(\sqrt{2} - 1) \cong 6$	***1+1***

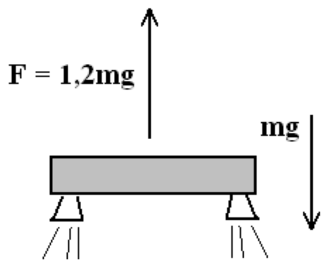
Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике (22 февраля 2015 г.) Решения и критерии оценки

11 класс

Рекомендации для жюри

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Участники олимпиады могут предложить полные и верные решения задач, отличные от приведённых ниже. За это они должны получить полный балл. Частичное решение или решение с ошибками оценивается, ориентируясь на этапы решения, приведённые в разбалловке. При этом верные выводы из ошибочных допущений не добавляют баллов. Если какой-то этап решения не полный, или частично правильный, то он оценивается частью баллов за этап. Если в решении участника олимпиады предложенные этапы объединены как один, то оценка проводится из суммарного балла. Наличие ответа без решения не оценивается. В решении в скобках могут быть указаны баллы, они повторяются в таблице разбалловки. Для удобства работы жюри, каждая задача представлена на отдельной странице.

Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике (22 февраля 2015 г.) Решения и критерии оценки 11 класс



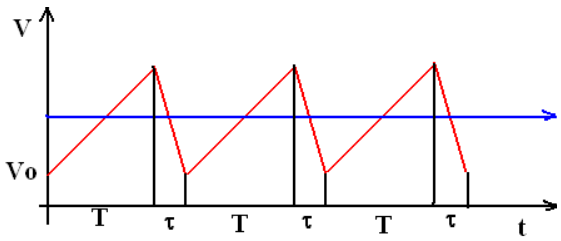
1. Масса платформы с ракетными двигателями равна m. Сила тяги двигателей F = 1,2mg направлена вверх (g – ускорение свободного падения). Двигатели периодически включают на некоторое время T и выключают на время $\tau = 0{,}2$ с. При этом платформа, поднимаясь и опускаясь, остаётся в среднем на неизменной высоте. Каково тогда T? На какую высоту h поднимается платформа от низшего до высшего положения?

Возможное решение

1. Ускорение при включённом двигателе $a = (F - mg)/m = 0{,}2$ g (1 балл).

2. Установим зависимость скорости от времени за промежуток $T + \tau$. На участке T приращение скорости пропорционально прошедшему времени, а коэффициент пропорциональности равен *a*. Аналогично и для участка τ, только здесь приращение скорости отрицательно, а вместо *a* g. (1 балл). За промежуток $T + \tau$ полное приращение скорости $\Delta V = aT - g\tau$.(1 балл).

При положительном ΔV скорость в среднем растёт, при отрицательном убывает, по условию же в среднем скорость постоянна (равна нулю!). Таким образом, $\Delta V = aT - g\tau = 0$ и $T = g\tau/a = 1$ с (1 балл).



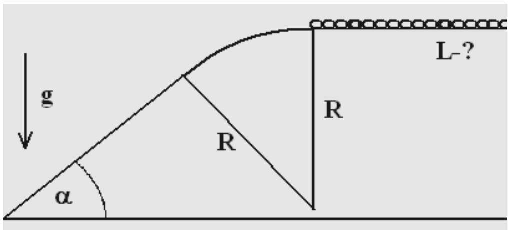
3. На рис. приведён соответствующий график скорости – верхняя горизонтальная ось отвечает нулевой средней скорости. Условие $\Delta V = 0$, ещё не означает, что средняя скорость по вертикали нулевая. Для этого требуется, чтобы перемещение за цикл было нулевым. Отсюда получаем уравнение для начальной скорости V_o: $V_o(T + \tau) + aT^2/2 + g\tau^2/2 = 0$. (2 балла) и $V_o = -aT/2$ (1 балл).

4. Отсюда можно сделать вывод, что низшее и высшее положения проходятся в средние моменты промежутков T и τ (1 балл), где скорость платформы нулевая. А тогда $h = aT^2/8 + g\tau^2/8 = 3g\tau^2/4 \cong 30$ см (2 балла).

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Ускорение при включённом двигателе	$a = (F - mg)/m = 0{,}2$ g	***1***
2	Зависимость приращений скорости за период	$\Delta V = aT - g\tau = 0$; $T = g\tau/a = 1$ с	***3***
3	Условие нулевого перемещения за цикл	$V_o(T + \tau) + aT^2/2 + g\tau^2/2 = 0$; $V_o = -aT/2$ (аналог, график)	***3***
4	Условие низшего и высшего положения (нулевые скорости), ответ для h	$h=aT^2/8+g\tau^2/8 = 3g\tau^2/4 \cong 30$ см	***3***

Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике (22 февраля 2015 г.) Решения и критерии оценки
11 класс



2. Стол сопряжён цилиндрической поверхностью радиуса R с наклонной плоскостью, угол наклона α. Первоначально покоящаяся цепочка начинает соскальзывать со стола. При какой длине цепочки L её «хвост» не оторвётся от поверхности? Трения нет.

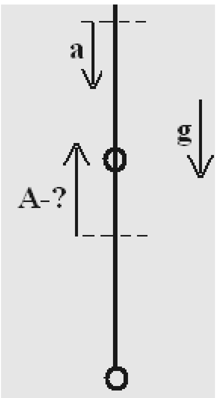
Возможное решение

1. Критический момент – последнее звено цепочки проходит нижнюю точку цилиндрической поверхности, а вся остальная цепочка на наклонной плоскости. (1 балл).
2. Условие отрыва – обращение в нуль силы нормального давления. Из второго закона Ньютона тогда центростремительное ускорение $v^2/R = g\cos\alpha$, где v скорость цепочки. (3 балла).
3. Скорость находим из сохранения энергии $mv^2/2 = mgH$, (1 балл)
где $H = R(1 - \cos\alpha) + (L/2)\sin\alpha$ – уменьшение высоты центра масс.(2 балла).
4. После подстановки находим, что наибольшая длина $L = R(3\cos\alpha - 2)/ \sin\alpha$.
При $\cos\alpha < 2/3$ любая цепочка оторвётся. (2 + 1 балл)

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Критическая конфигурация цепочки		***1***
2	Условие отрыва	$v^2/R = g\cos\alpha$	***3***
3	Использование сохранения энергии	$mv^2/2 = mgH$; $H = R(1 - \cos\alpha) + (L/2)\sin\alpha$	***1+2***
4	Нахождение наибольшей L, ограничение на угол α	$L = R(3\cos\alpha - 2)/ \sin\alpha$; Отрыв при $\cos\alpha < 2/3$	***2+1***

Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике
(22 февраля 2015 г.) Решения и критерии оценки
11 класс



3. На вертикальной спице снизу закреплён точечный заряд, а вдоль спицы колеблется маленькая заряженная бусинка. Найдите её ускорение A в нижней точке, если в верхней точке ускорение равно a. Трения нет, ускорение свободного падения g.

Возможное решение

1. Раз происходят колебания, то бусинка и закреплённый снизу заряд одноимённы, имеет место отталкивание, иначе движущаяся вниз бусинка не развернулась бы. <1 балл>. Если это учтено неявно, скажем получены с правильными знаками выражения для a и A, то балл добавляется к пункту **2.**

2. Пусть R и r расстояние от бусинки до закреплённого заряда в верхней и нижней точке. Из второго закона Ньютона и закона Кулона имеем следующие выражения для ускорений: $a = g - \alpha/R^2$; $A = \alpha/r^2 - g$, где α – положительный коэффициент. <1 + 1балл>.

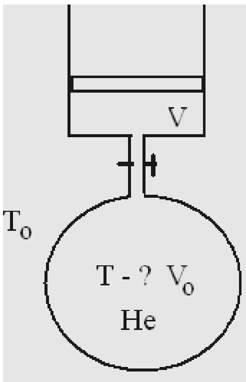
3. В верхней и нижней точках скорость бусинки нулевая <1 балл>. Из сохранения энергии следует, что в этих точках совпадают суммы потенциальной энергии в поле тяжести и потенциальной энергии кулоновского взаимодействия <1 балл>. Отсюда: $gR + \alpha/R = gr + \alpha/r$ <1 балл> и полезное в дальнейшем соотношение: $\alpha/rR = g$ <1 балл>.

4. Так $(g - a) = \alpha/R^2$, а $(A + g) = \alpha/r^2$, то $(g - a)(A + g) = g^2$; откуда получаем искомое $A = ga/(g - a)$ <3 балла>.

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Вывод об одноимённости зарядов		***1***
2	Выражения для ускорений	$a = g - \alpha/R^2$; $A = \alpha/r^2 - g$	***2***
3	Сохранение энергии и следствия	$gR + \alpha/R = gr + \alpha/r \rightarrow \alpha/rR = g$	***4***
4	Уравнение для A и ответ	$(g - a)(A + g) = g^2$; $A = ga/(g - a)$	***3***

Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике
(22 февраля 2015 г.) Решения и критерии оценки
11 класс



4. Сосуд объёма V_o заполнен гелием с температурой T_o. Он соединён трубкой с цилиндром, на дне которого лежит массивный поршень, выше вакуум. Кран в трубке открывают, и поршень начинает медленно подниматься. Когда в цилиндре оказался объём V гелия, поршень остановился. Найдите конечную температуру гелия. Трения между поршнем и цилиндром нет. Теплообменом гелия с поршнем, цилиндром и сосудом пренебречь.

Возможное решение

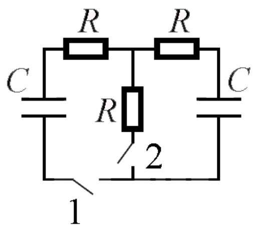
1. Начальная внутренняя энергия гелия $U_o = (3/2)\nu RT_o$ (1 балл), конечная $U = (3/2)\nu RT$ (1 балл), где ν число молей, а T конечная температура.
2. За счёт убыли внутренней энергии гелий совершает работу $A = mgH$ по подъёму поршня, то есть $U_o - U = mgH$ (2 балла). Или убыль внутренней энергии идёт на увеличение потенциальной энергии поршня в поле тяжести.
3. Из условия равновесия $PS = mg$ (1 балл), а $mgH = PV$, ведь $V = SH$ (1 балл).
4. Из уравнения состояния идеального газа $P = \nu RT/(V_o + V)$ (1 балл).
5. После подстановки имеем условие энергетического баланса:
$(3/2)\nu RT_o - (3/2)\nu RT = \nu RTV/(V_o + V)$ (2 балла).
6. Откуда искомая $T = 3T_o(V_o + V)/(3V_o + 5V)$ (1 балл).

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Начальные и конечные внутренние энергии	$U_o = (3/2)\nu RT_o$: $U = (3/2)\nu RT$	***2***
2	Баланс с учётом работы (потенциальной энергии поршня)	$U_o - U = mgH$	***2***
3	Выражение для mgH	$mgH = PV$	***2***
4	Нахождение давления через температуру	$P = \nu RT/(V_o + V)$	***1***
5	Энергетический баланс, выраженный через температуры	$(3/2)\nu RT_o-(3/2)\nu RT=\nu RTV/(V_o+V)$	***2***
6	Ответ	$T = 3T_o(V_o + V)/(3V_o + 5V)$	***1***

.

Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике (22 февраля 2015 г.) Решения и критерии оценки
11 класс



5. Исходно на левом конденсаторе напряжение V_0, правый конденсатор не заряжен, и оба ключа разомкнуты. Сначала замыкают ключ 1, затем, дождавшись установления равновесия, замыкают ключ 2. Найдите тепло, выделившееся на каждом из сопротивлений.

Возможное решение

1. Замыкают ключ 1, ключ 2 разомкнут.

А) Напряжения на конденсаторах становятся одинаковыми, их можно найти из сохранения заряда $CV_0=2CV$, $V= V_0/2$. (1 балл).

Б) Суммарное выделившееся тепло равно разности начальной и конечной энергии, $Q = CV_0^2/2 – 2CV^2/2= CV_0^2/4$ (1 балл).

В) Ток через верхние сопротивления один и тот же, поэтому на них выделяются одинаковые количества тепла и тогда $Q_{11}=Q_{21}= C V_0^2/8$. (1 балл).

2. Замыкают ключ 2 при замкнутом 1-м.

А) Через верхние сопротивления текут равные токи $I_1 = I_2$, через нижнее – суммарный ток $I_3 = I_1 + I_2 = 2 I_1$. (1 балл).

Б) В каждый момент времени выделяющиеся мощности $N_1 = I_1^2R = N_2$, $N_3=4N_1$. (1 балл).

В) Выделяющееся тепло, соответственно, $Q_{21} = Q_{22}$, $Q_{23} = 4Q_{21}$. (1 балл).

Г) Оставшаяся после первого этапа энергия конденсаторов равна суммарно выделившимуся теплу $Q_{21} + Q_{22} + Q_{23} = 2CV^2/2 = CV_0^2/4$ (1 балл),

Д) откуда $Q_{21} = Q_{22} = CV_0^2/24$, $Q_{23} = CV_0^2/6$. (1 балл).

3. Окончательно выделившееся на каждом сопротивлении тепло $Q_1 = Q_2 = Q_{21} + Q_{22} = CV_0^2/6$, $Q_3 = Q_{23} = CV_0^2/6$. (2 балла).

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	1 замкнут, 2 разомкнут		
1А	Конечные напряжения	$V= V_0/2$	***1***
1Б	Суммарное тепло	$Q = CV_0^2/2 – 2CV^2/2= CV_0^2/4$	***1***
1В	Тепло на каждом	$Q_{11}=Q_{21}= C V_0^2/8$	***1***
2	1 и 2 замкнуты		
2А	Связь токов	$I_1=I_2$, $I_3 =2I_1$	***1***
2Б	Связь мощностей	$N_1=I_1^2R=N_2$, $N_3=4N_1$	***1***
2В	Связь теплот	$Q_{21}=Q_{22}$, $Q_{23} = 4Q_{21}$	***1***
2Г	Суммарное тепло	$Q_{21}+Q_{22} + Q_{23} = 2CV^2/2 = CV_0^2/4$	***1***
2Д	Тепло на каждом	$Q_{21} = Q_{22} = CV_0^2/24$, $Q_{23} = CV_0^2/6$.	***1***
3	Ответ	$Q_1 = Q_2 = Q_{21} + Q_{22} = CV_0^2/6$, $Q_3 = Q_{23} = CV_0^2/6$	***2***