

ФИО _____

группа _____

1А	2А	3А	4А	5А	Σ	Оценка

Максимум за задачу — 3 очка. Таблица соответствия:

Σ	0-2	3-4	5	6-7	8	9	10	11-12	13-14	15
Оценка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	неуд		удовл		хор			отл		

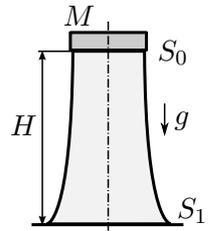
ПИСЬМЕННЫЙ ЭКЗАМЕН ПО МЕХАНИКЕ

15 января 2015 г.

Вариант А

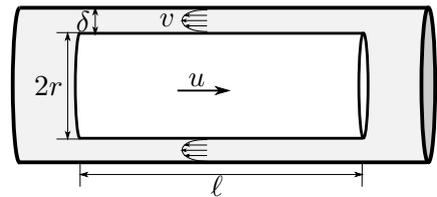
1А. Люстру, висящую в вагоне поезда, можно считать физическим маятником с периодом малых колебаний T . Поезд начинает движение из состояния покоя и за время, малое по сравнению с T , набирает небольшую скорость v ($v \ll gT$), после чего продолжает двигаться равномерно и прямолинейно. Найти угловую амплитуду φ_0 возникающих при этом малых колебаний люстры.

2А. Вертикальная осесимметричная колонна поддерживает однородную плиту весом $M = 25$ т. Высота колонны $H = 10$ м, плотность её материала $\rho = 2,5$ г/см³. Форма колонны подобрана таким образом, что напряжение в каждом сечении одинаково $\sigma = \text{const}$. Найти площадь сечения S_1 у основания колонны, если у вершины она равна $S_0 = 1$ м².



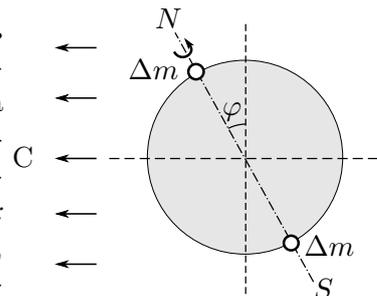
3А. В фантастическом фильме пассажир сбегает вниз по релятивистскому эскалатору, движущемуся со скоростью $V = c/2$, где c — скорость света. Скорость пассажира относительно ленты эскалатора $u = c/4$. На верхней (пешеходной) части ленты эскалатора умещается N_0 одинаковых ступенек. Сколько ступенек N насчитает пассажир при спуске с эскалатора?

4А. Цилиндрический стержень радиуса $r = 5$ мм и длины $\ell = 5$ см находится на оси цилиндрической капсулы чуть большего радиуса $r + \delta$, где $\delta = 0,05$ мм. Капсула заполнена маслом, имеющим вязкость $\eta = 0,3$ Па·с. Найти силу F , которую надо прикладывать к стержню, чтобы двигать его относительно капсулы с постоянной скоростью $u = 1$ мм/с.



Считать, что в зазоре устанавливается стационарное вязкое ламинарное течение между двумя неподвижными плоскостями. *Указание:* сила сопротивления может быть обусловлена как вязким трением в зазоре, так и разностью давлений на торцах стержня.

5А. Оценить по порядку величины период прецессии земной оси, возникающей из-за воздействия поля тяготения Солнца. Сплюснутость земного эллипсоида учесть с помощью двух точечных отрицательных масс $\Delta m = -\frac{1}{2}\beta m_3$, размещённых на полюсах (m_3 — масса Земли, $\beta = 3,3 \cdot 10^{-3}$ — её относительное полярное сжатие). Отклонение оси вращения от нормали к плоскости орбиты Земли (эклиптики) составляет $\varphi = 23,5^\circ$. Влияние Луны не учитывать. *Указание:* среднее за один Земли оборот вокруг Солнца значение момента сил, вызывающих прецессию, можно принять равным половине максимального.



ФИО _____

группа _____

1Б	2Б	3Б	4Б	5Б	Σ	Оценка

Максимум за задачу — 3 очка. Таблица соответствия:

Σ	0-2	3-4	5	6-7	8	9	10	11-12	13-14	15
Оценка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	неуд		удовл		хор			отл		

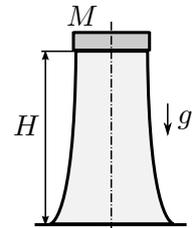
ПИСЬМЕННЫЙ ЭКЗАМЕН ПО МЕХАНИКЕ

15 января 2015 г.

Вариант Б

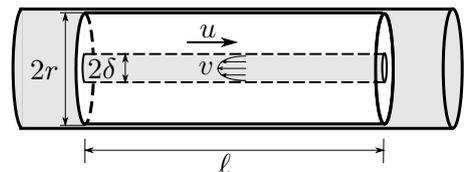
1Б. Люстру, висящую в вагоне поезда, можно считать математическим маятником с приведённой длиной ℓ . Вагон, движущийся по прямым путям с небольшой постоянной скоростью v ($v \ll \sqrt{g\ell}$), в некоторый момент проезжает небольшое закругление, меняя своё направление движения на угол α . Найти угловую амплитуду φ_0 возникающих при этом малых колебаний люстры, если время проезда вагона по закруглению мало по сравнению с периодом её колебаний.

2Б. На вертикальной осесимметричной колонне лежит массивная однородная плита. Диаметр верхнего торца колонны $a_0 = 1$ м, высота колонны $H = 10$ м, плотность материала $\rho = 2,5$ г/см³. Известно, что напряжения в колонне однородны по её объёму $\sigma = \text{const}$, а диаметр колонны в нижнем основании в $\beta = 1,1$ раз больше, чем в верхнем. Найти массу плиты M .

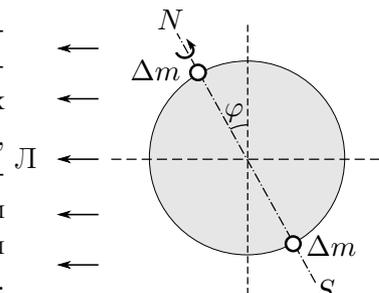


3Б. В фантастическом фильме бесконечная колонна грузовиков движется по шоссе со скоростью $V = c/2$, где c — скорость света. Легковой автомобиль, пытаясь обогнать колонну, движется со скоростью $u = c/2$ относительно неё. Пройдя отрезок пути от пункта A до пункта B , водитель обогнал N грузовиков. Сколько грузовиков N_0 уместится на участке AB в лабораторной системе отсчёта? Все грузовики имеют одинаковую длину и соблюдают одинаковую дистанцию.

4Б. Цилиндрическая втулка радиуса $r = 5$ мм и длины $\ell = 5$ см находится внутри цилиндрической капсулы такого же радиуса. На оси втулки имеется узкий канал радиуса $\delta = 0,1$ мм (см. рис.). Капсула заполнена маслом, имеющим вязкость $\eta = 0,3$ Па·с. Найти силу F , которую надо прикладывать к втулке, чтобы двигать её относительно капсулы с постоянной скоростью $u = 0,1$ мм/с. Считать, что в канале устанавливается стационарное вязкое ламинарное течение. Трение между стенками втулки и капсулы не учитывать. Указание: сила сопротивления может быть обусловлена как вязким трением в канале, так и разностью давлений на торцах втулки.



5Б. Оценить по порядку величины период прецессии земной оси, возникающей из-за воздействия поля тяготения Луны. Сплюснутость земного эллипсоида учесть с помощью двух точечных отрицательных масс $\Delta m = -\frac{1}{2}\beta m_3$, размещённых на полюсах (m_3 — масса Земли, $\beta = 3,3 \cdot 10^{-3}$ — её относительное полярное сжатие). Для оценки считать, что орбита Луны является круговой радиуса $R_{\text{Л}} \approx 3,8 \cdot 10^8$ м (много большего радиуса Земли), расположенной под углом $\varphi = 23,5^\circ$ к экватору Земли, а её центр совпадает с центром Земли.



Влияние Солнца не учитывать. Произведение гравитационной постоянной на массу Луны $Gm_{\text{Л}} = 4,9 \cdot 10^{12}$ Н·м²/кг. Указание: среднее за один оборот Луны вокруг Земли значение момента сил, вызывающих прецессию, можно принять равным половине максимального.