

1	2	3	4	5	$\Sigma$

Вариант А

**ПИСЬМЕННЫЙ ЭКЗАМЕН ПО МЕХАНИКЕ**

14 января 2011 г.

**1А.** Расходомер Вентури для измерения расхода жидкости представляет собой горизонтально расположенную коническую трубу с диаметром широкого участка  $d_1 = 10$  см. При расходе воды через расходомер  $Q = 10$  л/с высота подъёма воды в трубке манометра, присоединённой к широкой части расходомера,  $h_1 = 120$  см. Определить диаметр  $d_2$  узкого участка расходомера, если высота подъёма воды в трубке манометра, подсоединённой к этому концу трубы, равна нулю. Силами вязкости пренебречь.

**2А.** Конструкция из трёх одинаковых массивных тел массы  $m$ , связанных между собой двумя одинаковыми тросами длины  $l$  пренебрежимо малой массы, перемещается по низкой круговой орбите вокруг планеты массы  $M$  и радиуса  $R$ . При движении конструкции вокруг планеты оба троса всё время остаются ориентированным по вертикали. Найти натяжение каждого из тросов в предположении, что  $l \ll R$ . Гравитационным взаимодействием между телами, составляющими конструкцию, можно пренебречь, длины тросов много больше размеров каждого из тел конструкции.

**3А.** Уравновешенный 3-х степенной гироскоп размещён в лаборатории МФТИ (широта  $\varphi = 56^\circ$ ). Ротор гироскопа имеет момент инерции  $I = 8 \cdot 10^4$  г·см<sup>2</sup> и вращается со скоростью  $n = 24000$  об/мин. В некоторый момент времени ось ротора гироскопа оказалась расположенной горизонтально в плоскости меридиана. Определить какую по величине и направлению силу  $F$  надо приложить к гироскопу на расстоянии  $l = 15$  см от его центра масс, чтобы ось ротора всё время сохраняла свою ориентацию относительно Земли (оставалась направленной по меридиану). Трением в системе подвеса гироскопа пренебречь.

**4А.** Однородная тонкая пластинка, имеющая форму сектора круга радиуса  $R$  с углом раствора  $\alpha < \pi$ , колеблется, находясь в вертикальной плоскости, вокруг оси, проходящей через вершину сектора (центр круга). Определить период малых колебаний пластинки.

*Примечание:* задача может быть решена без нахождения положения центра масс пластинки.

**5А.** Мальчик развлекается, наблюдая, как мяч движется вниз по плоской ледяной горке. Его старший брат, физтех-первокурсник, провёл несложные измерения и определил, что, начав движение из состояния покоя с высоты  $h = 1$  м, мяч в конце горки набирает скорость  $v = 4$  м/с. Помогите своему коллеге рассчитать угловую скорость мяча в конце спуска. Мяч считать тонкостенным и недеформируемым, его радиус принять равным  $r = 5$  см. Считать, что коэффициент трения не меняется вдоль горки.

1	2	3	4	5	$\Sigma$

Вариант Б

**ПИСЬМЕННЫЙ ЭКЗАМЕН ПО МЕХАНИКЕ**

14 января 2011 г.

**1Б.** Расходомер Вентури для измерения расхода жидкости представляет собой горизонтально расположенную коническую трубу с диаметрами широкого и узкого участков  $d_1 = 10$  и  $d_2 = 8$  см соответственно. Пренебрегая силами вязкости, определить расход воды  $Q$  через расходомер Вентури, если разность давлений между этими участками равна  $h = 15$  см водяного столба.

**2Б.** Конструкция из двух массивных тел массы  $m$  и  $2m$ , связанных между собой тросом пренебрежимо малой массы длиной  $l$ , перемещается по низкой круговой орбите вокруг планеты массы  $M$  и радиуса  $R$ . При движении конструкции вокруг планеты трос всё время остаётся ориентированным по вертикали, тело массы  $2m$  расположено ближе к планете. Найти натяжение троса в предположении, что  $l \ll R$ . Гравитационным взаимодействием между телами, составляющими конструкцию, можно пренебречь, длина троса много больше размеров каждого из тел конструкции.

**3Б.** Уравновешенный гироскоп с тремя степенями свободы расположен так, что ось его ротора в некоторый момент времени расположена горизонтально в плоскости меридиана. В точке оси, отстоящей на расстоянии  $l = 10$  см от центра масс ротора, помещён груз массы  $m = 2$  г, в результате чего ось ротора остаётся всё время направленной по меридиану. Момент инерции ротора  $I = 10^5$  г·см<sup>2</sup>, ротор вращается со скоростью  $n = 40000$  об/мин. Определить широту места, где расположен гироскоп. Трением в системе подвеса можно пренебречь.

**4Б.** Однородная тонкая пластинка, имеющая форму круга радиуса  $R$ , из которого удалён сектор с углом раствора  $\alpha < \pi$ , колеблется, находясь в вертикальной плоскости, вокруг оси, проходящей через центр круга. Определить период малых колебаний пластинки.

*Примечание:* задача может быть решена без нахождения положения центра масс пластинки.

**5Б.** На легкоатлетических соревнованиях брошенное ядро возвращают к кругу для толкания по наклонному прямолинейному жёлобу. Наблюдательный зритель заметил, что на зимних соревнованиях, когда жёлоб покрывается гладкой ледяной корочкой, ядро затрачивает на возвращение на 10% меньше времени, чем летом, когда оно скатывается по жёлобу без проскальзывания. Когда ядро в конце «путешествия» вращается быстрее — летом или зимой? Каким при этом является отношение угловых скоростей? Ядро ставится в верхнюю точку жёлоба без начальной скорости. Считать, что коэффициент трения не меняется вдоль жёлоба.