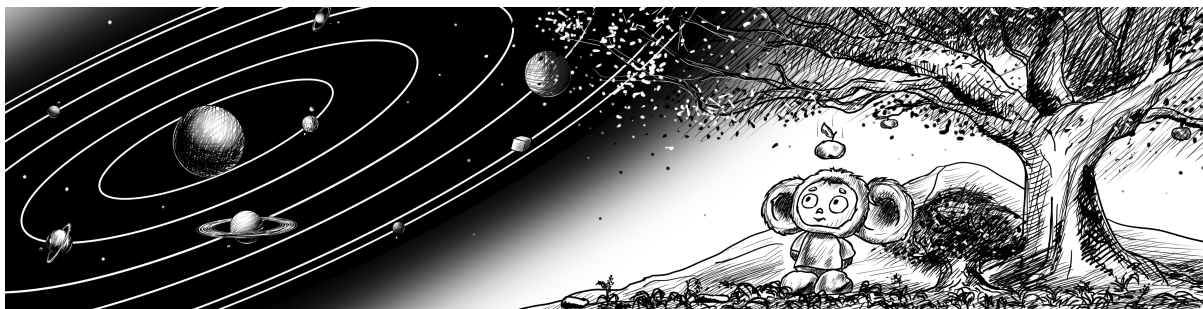


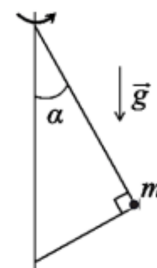


Данная подборка задач является **примером** того, что будет разбираться на смене.

Здесь приведены 2–3 задачи из каждого семинара для того, чтобы вы смогли оценить уровень смены и темы, которые обсуждаются на ней. На самих семинарах будет разобрано гораздо больше задач.

Занятие 1. Законы Ньютона. Гравитация

1. Небольшой по размерам шарик массой m движется по окружности в горизонтальной плоскости, находясь от вертикальной оси вращения на расстоянии R . Шарик удерживается двумя нитями (см. рис.), составляющими с осью вращения равные углы α ($\sin \alpha = 8/17$). Сила натяжения верхней нити в 5 раз больше, чем нижней.



1. Найти силу натяжения нижней нити.
2. Найти угловую скорость вращения.

2. Оцените, на какой широте наблюдатель не сможет видеть ни одного спутника Земли, находящегося на геостационарной орбите, то есть как бы «висящего» над одной точкой земной поверхности. Радиус Земли равен R , ускорение свободного падения на поверхности Земли — g , период обращения (сутки) — T .

3. (*BelPhO, 2012, 10*) **ЦУП**. В детстве юный физик Федя хотел стать космонавтом. Немного повзрослев, он начал изучать физику и понял, что гораздо интереснее запускать космические корабли и спутники, чем самому летать на них. Узнав о таком увлечении Феде, его учитель физики организовал экскурсию в Центр управления полетами (ЦУП).

Фотографировать там было запрещено (информация о полетах — секретная), но очень хотелось. Благодаря современным технологиям Феде всё-таки удалось сделать несколько снимков.

Приехав домой, Федя обнаружил, что снимки получились в не очень хорошем качестве. Например, фотографии главного экрана, на котором отображались траектории

полетов спутников, получились черно-белыми, а среди надписей были различимы только «экватор» и «гринвичский меридиан». Однако и такого материала было достаточно, чтобы поупражняться в вычислениях.

Примечание. На приведенных ниже рисунках одна клетка соответствует 20° вне зависимости от ее размеров. Рассматриваемые в задаче орбиты спутников являются круговыми.

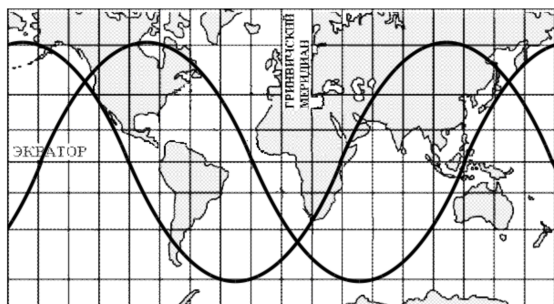


Рисунок 1

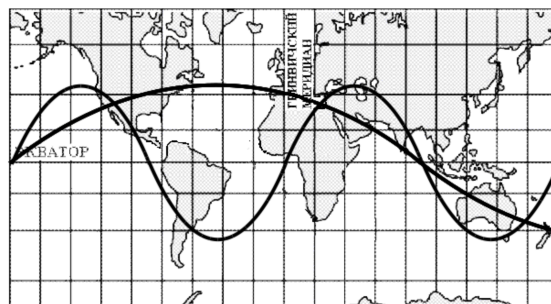


Рисунок 2

Часть 1. На рис. 1 приведена фотография экрана ЦУП, на котором отчетливо видна траектория движения спутника. Из рисунка, например, видно, что расстояние между двумя точками последовательного пересечения экватора (выраженное в градусах), равно 140° .

1. В какую сторону вращается спутник: том же направлении, что и Земля или в противоположном? в
2. Определите период обращения спутника по орбите, радиус орбиты, угловую и линейную скорость движения по орбите.
3. Как будет изменяться расстояние между точками последовательного пересечения экватора при уменьшении радиуса орбиты этого спутника? Чему равно максимально возможное расстояние между этими точками? Ответ выразите в градусах.

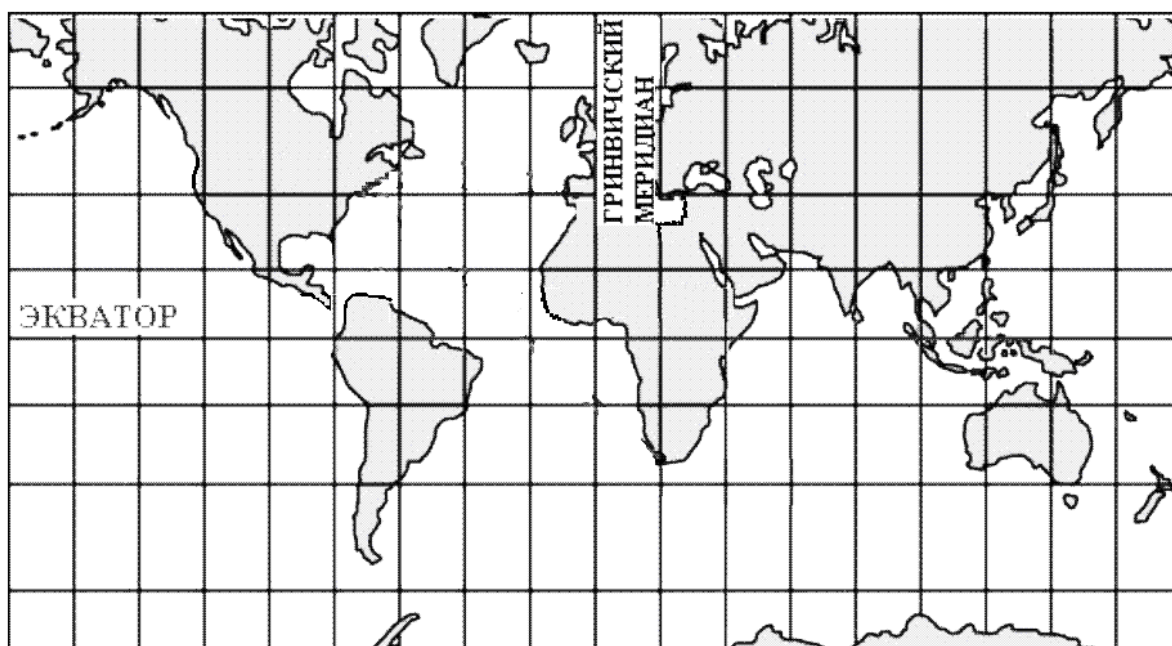
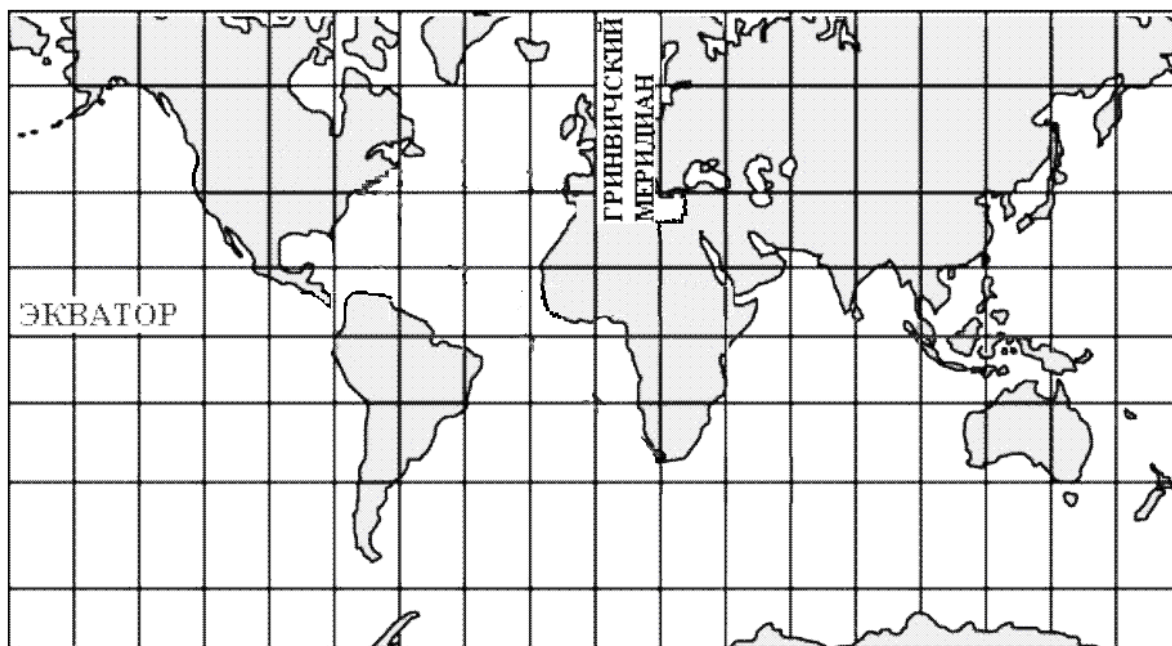
Часть 2. На второй фотографии (см. рис.) изображены траектории полетов двух спутников связи. Федя вспомнил (из рассказов главного инженера), что спутники одновременно пересекают линию экватора.

4. Определите радиусы орбит этих спутников и периоды обращения по орбитам. Спутники обмениваются информацией не только с наземными пунктами, но и друг с другом.
5. На какое время и с какой периодичностью прямая радиосвязь между ними прекращается?

Часть 3. «Надо и самому пофантазировать» — подумал Федя.

6. На предложенной вам карте (на отдельном бланке) изобразите траектории двух спутников, движущихся по орбитам одинакового радиуса в разных направлениях относительно Земли. Плоскости орбит спутников перпендикулярны друг другу и наклонены под углом 45° к экватору. Период обращения спутников в 1,5 раза меньше периода обращения Земли. Спутники (как и в предыдущей части задачи) одновременно пересекают экватор в момент встречи.

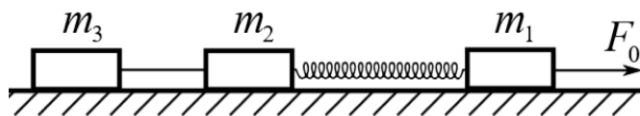
Необходимые для решения задачи величины: радиус Земли $R_3 = 6,4 \cdot 10^6$ м; ускорение свободного падения вблизи поверхности Земли $g = 9,8$ м/с²; период обращения Земли $T_3 = 24$ ч.



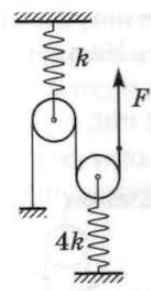
Занятие 2. Сила упругости

4. Из тонкого шнура массой m с коэффициентом упругости k сделано кольцо радиусом R_0 . Кольцо надевают на прямой круговой конус с углом при вершине 2α . Ось конуса вертикальна, его поверхность гладкая. Найдите радиус R_1 кольца, находящегося на конусе. До какой угловой скорости ω надо раскрутить кольцо вместе с конусом вокруг оси конуса, чтобы радиус кольца, находящегося на конусе, стал $2R_1$?

5. На гладкой горизонтальной поверхности стола находятся три бруска, соединенные легкой нитью и пружиной жесткостью $k = 22 \text{ Н/м}$ (см. рис.). Масса пружины $m = 0,2 \text{ кг}$ и равномерно распределена вдоль оси ненапряженной пружины. Массы брусков $m_1 = m$, $m_2 = 2m$, $m_3 = 3m$. Под действием горизонтальной силы $F_0 = 2,1 \text{ Н}$, приложенной к бруску m_1 , система движется по столу. При этом длина пружины увеличивается на 30% по сравнению с длиной ненапряженной пружины.

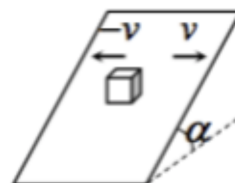


1. Найдите ускорение системы.
2. Найдите силу T натяжения нити.
3. Найдите длину L_0 ненапрянутой пружины.
6. Найдите эквивалентную жесткость системы пружин изображенной на рисунке. Пружины невесомы, трения нет.



Занятие 3. Сила трения

7. Тело аккуратно положили на длинную наклонную плоскость с углом наклона к горизонту α . Коэффициент трения между телом и плоскостью μ ($\mu > \tan \alpha$). Затем плоскость стали двигать так, что она с большой частотой меняет свою скорость $\vec{v}$ на противоположную $-\vec{v}$ (см. рис.). Найдите установившуюся скорость движения тела.



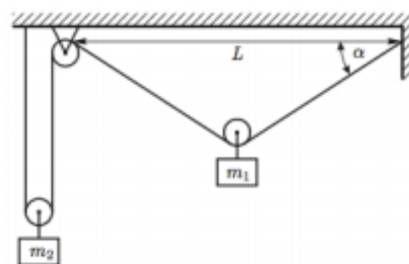
8. В установке (см. рис.) масса динамометра равна M , а массы грузов — m_1 и m_2 . Коэффициент трения между динамометром и поверхностью стола равен μ . Участки AB и CD нити горизонтальны. Массами обеих нитей, блоков, а также пружинки можно пренебречь. Найдите показания динамометра, если они постоянны.



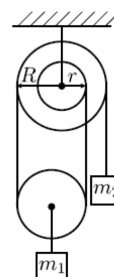
9. Лодку оттолкнули от берега озера, сообщив ей скорость $v_0 = 1$ м/с. Лодка, двигаясь прямолинейно, имела на расстоянии $s_1 = 14$ м от берега скорость $v_1 = 0,3$ м/с. На каком расстоянии от берега скорость лодки была $v = 0,5$ м/с? Считать, что сила сопротивления движению лодки пропорциональна её скорости.

Занятие 4. Динамика систем со связями 1

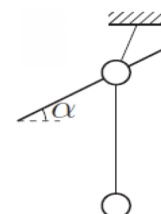
10. К двум лёгким подвижным блокам подвешены грузы, массы которых равны m_1 и m_2 . Лёгкая нерастяжимая нить, на которой висит блок с грузом m_1 , образует с горизонтом угол α . Грузы удерживают в равновесии (см. рис.). Найдите ускорение грузов сразу после того, как их освободят. Считайте, что радиусы блоков $r \ll L$.



11. Найдите ускорение груза массой m_1 в системе, изображённой на рисунке. Блоки невесомы, нить невесома, нерастяжима и не проскальзывает по верхнему двухступенчатому блоку с радиусами r и R . Один конец нити закреплён на этом блоке, к другому концу прикреплён груз массой m_2 . Участки нити, не лежащие на блоках, вертикальны, трение в осях блоков и о воздух отсутствует. Ускорение свободного падения равно g .

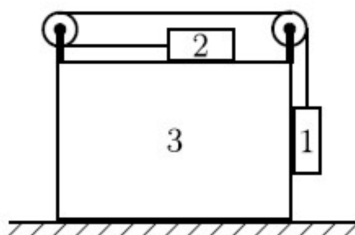


12. Массивный шарик насажен на стержень, жёстко закреплённый под углом α к горизонту, и может без трения скользить по нему. К шарiku на лёгкой нерастяжимой нити подвешен точно такой же шарик. Другая нить удерживает верхний шарик на стержне в равновесии (см. рис.). С какими ускорениями начнут движение шарики сразу после пережигания верхней нити? С какими ускорениями шарики начнут движение в случае, если они вначале соединены не нитью, а лёгкой пружиной?

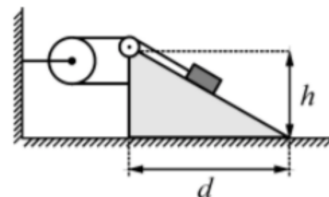


Занятие 5. Динамика систем со связями 2

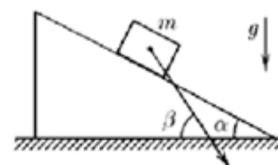
13. Найдите ускорение груза 1 в системе, изображённой на рисунке. Горизонтальная плоскость гладкая, трения между грузами нет, нить и блоки невесомы, нить нерастяжима, массы всех трёх грузов одинаковы. В начальный момент все тела покоятся. Ускорение свободного падения равно g .



14. На гладкой горизонтальной поверхности находится клин с высотой $h = 30$ см и шириной основания $d = 40$ см. На его гладкой наклонной плоскости находится маленькая шайба, соединенная с клином при помощи невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через два блока (см. рисунок). Блоки невесомые и вращаются без трения, масса клина в $n = 8$ раз больше массы шайбы. С каким ускорением начнет двигаться клин после отпущания?



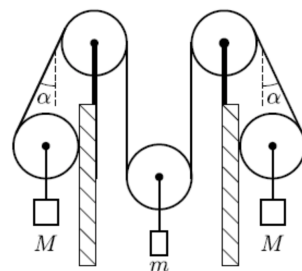
15. На гладкой горизонтальной плоскости находится клин с углом α при основании. Телом массы m , положенное на клин, опускается с ускорением, направленным под углом $\beta > \alpha$ к горизонтали. Определите массу клина.



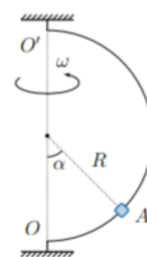
Занятие 6. НЕИСО. Статика

16. Лестница длиной 4 м приставлена к гладкой стене под углом 60° к горизонту. Коэффициент трения между лестницей и полом 0,25. На какое расстояние (в см) вдоль лестницы может подняться человек, прежде чем лестница начнет скользить? Массой лестницы пренебречь.

17. В системе, изображённой на рисунке, блоки и нити невесомы. Массы грузов, подвешенных к крайним блокам, одинаковы и равны M , а наклонные участки нити составляют с вертикалью угол α . При каких значениях массы m груза, подвешенного к центральному блоку, и коэффициента трения μ между крайними блоками и опорами система будет находиться в равновесии? Будет ли это равновесие устойчивым?



18. Муфточка A может свободно скользить вдоль гладкого стержня, изогнутого в форме полукольца радиуса R (см. рис.). Систему привели во вращение с постоянной угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси OO' . Найдите угол, соответствующий устойчивому положению муфточки.

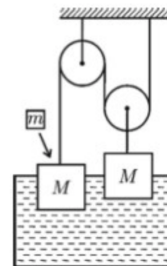


Занятие 7. Гидростатика. Горизонтальная сила Архимеда

19. Коническая пробка перекрывает сразу два отверстия в плоском сосуде, заполненном жидкостью при давлении p . Радиусы отверстий R и r . Определите суммарную силу, действующую на пробку со стороны жидкости. Поле силы тяжести не учитывать.



20. В находящуюся в широком сосуде жидкость частично погружены одинаковые кубики со стороной a и массой M , которые удерживаются в равновесии при помощи системы, состоящей из невесомых блоков, соединённых очень лёгкой и нерастяжимой нитью (см. рис.). Трение в осях блоков отсутствует, плотность жидкости равна плотности кубиков. Изначально правый кубик погружён в жидкость ровно наполовину.



1. На какую величину изменится глубина погружения правого кубика, если на левый кубик поместить небольшой перегрузок массой $m = M/16$?
2. На сколько в результате этого изменятся модуль силы натяжения нити и модуль силы давления жидкости на дно?
3. При каких значениях массы перегрузка оба кубика останутся частично погружёнными в жидкость? Явлениями, связанными со смачиванием поверхностей кубиков жидкостями, можно пренебречь.

21. Деревянный и металлический шарики связаны нитью и прикреплены одной нитью ко дну сосуда с водой. Сосуд вращается с постоянной угловой скоростью вокруг вертикальной оси OO' (см. рис.). В результате шарики, оставаясь полностью в воде, расположились так, как показано на рисунке. Деревянный шарик (1) находится от оси вращения на расстоянии втрое меньшем, чем металлический (2). Верхняя нить составляет угол α ($\sin \alpha = 4/5$) с вертикалью. Угол между нитями равен 90° . Размеры шариков малы по сравнению с их расстояниями до оси вращения. Под каким углом к вертикали направлена сила Архимеда, действующая на деревянный шарик? Дайте объяснение. Найдите отношение сил натяжения верхней и нижней нитей.

