

42
中国科学技术大学

2015 - 2016 学年第一学期期中考试试卷

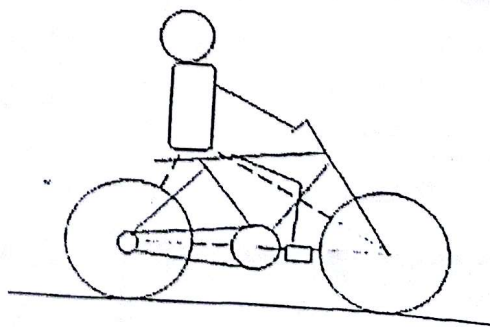
考试科目: 力学

得分: _____

学生所在学院: _____ 姓名: _____ 学号: _____

说明: 本次考试为闭卷考试, 请大家严格遵守闭卷考试的各项纪律。不能简单给出结果, 需写出分析过程。涉及到计算如没有计算器可以估算。

- 一、试估算水上报告厅下面池塘里的水量。(10 分)
- 二、你站在高为 h 的楼顶以 v 的速率向旁边的空地扔一颗高尔夫球。你该如何扔才能使球飞得最远? 给出这个最远距离, 并判断一下你的结果是不是合理。忽略空气阻力, 假设楼下的空地完全是水平的。(20 分)
- 三、假设在无风的天气里你悬吊在静止的热气球下面, 请给出几种关于你正下方地面上一点的“定义”, 并分析它们之间的关系。(15 分)
- 四、某人在骑自行车, 假设人与车的总质量为 M , 质心位置与两车轮轴构成一个锐角为 30° 的直角三角形, 如图。车轮半径为 r , 两轮心相距 L 。突遇紧急情况, 他停止蹬踩, 并刹车使两轮不再转动且与地面发生滑动摩擦, 加速度为 $-a$ 。请给出两车轮所受地面的摩擦力各是多少, 方向如何?(20 分)
- 五、对于“保守力”的定义有两种表述方式。试写出这两种表述方式并证明这两种表述方式实际上是等价的。(15 分)



六、(1)光滑的水平桌面上平躺着长为 L 质量为 M 的一段金属细链,一端从桌面上一个小孔中垂下很小一部分。因为没有摩擦,金属链会开始下滑,计算当细链全部离开桌面时的速度。(2)同样的细链放在同样的桌面上,不过这次是堆在一起处于小孔的上方,也是有很小一部分从小孔中垂下,同样不考虑摩擦,计算当细链全部离开桌面时的速度。(3)两个结果是不是相同?分析原因。(20分)



中国科学技术大学

2011 - 2012 学年第一学期期末考试试卷

考试科目: 力学

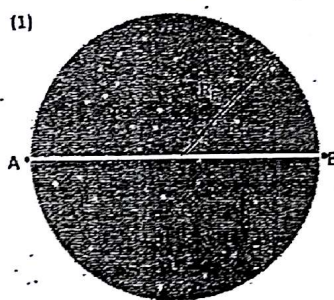
得分: _____

学生所在学院: _____ 姓名: _____ 学号: _____

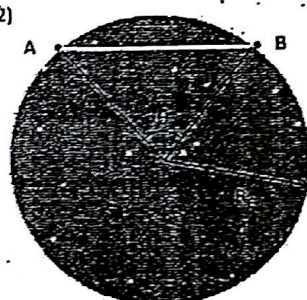
说明: 开卷考试, 可以翻阅自己携带的书籍、讲义、参考资料, 但要独立完成, 不能讨论、上网查询、电话咨询等。涉及到计算如没有计算器可以估算。

一、如图所示, 挖一条笔直的隧道穿过地球, 假设隧道壁无摩擦, 试确定一个人在重力作用下从 A 点 (初速度为零) 经过隧道到达 B 点需要多长时间。考虑两种情况 (1) 隧道穿过地心; (2) 隧道不经过地心。地球质量为 M_E , 半径为 R_E 。(15 分)

(1)

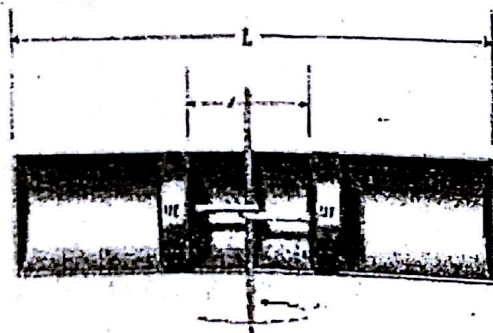


(2)



二、一音叉发出的声音为中音 C(261.63Hz), 从高楼顶端由静止开始自由下落, 加速度为 9.80m/s^2 。请问音叉下落多远后, 在楼下地面上的人听起来音叉的频率变为中音 D(293.66Hz)? 假设楼房足够高。(10 分)

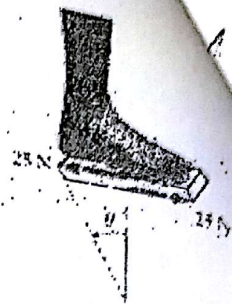
三、如图所示, 一中空圆管两端密封, 质量为 M , 长度为 L , 转动惯量为 $ML^2/10$ 。管中有两个厚度可以忽略的圆盘, 质量为 m , 半径为 r , 两圆盘相距 l 被一根细线系在中央转轴上。整个系统可以绕中央转轴转动, 管壁和圆盘之间无摩擦。如果 $l=0.6$ 米, $L=2.0$ 米, $M=0.8$



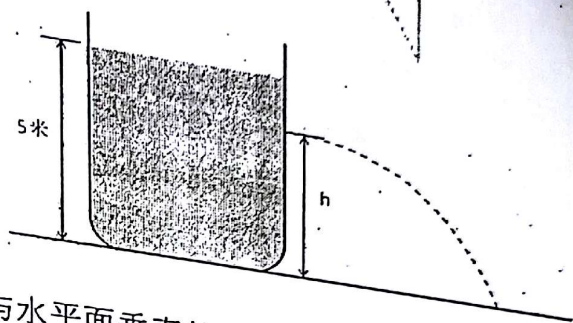
千克, $m=0.4$ 千克, 当系统旋转的角速度达到一定值, 使细线中的张力达到 108 牛顿时, 细线断裂, 两圆盘开始向管子两端运动直到它们到达管子末端和末端的管壁发生完全非弹性碰撞。细线断裂的那一刻起, 整个系统的动力被切断。求: (1) 角速度为什么值时, 细线断裂; (2) 圆盘和管壁末端发生完全非弹性碰撞之后, 系统的角速度; (3) 分别求细线断裂的瞬间和碰撞之后系统的总动能。(15 分)



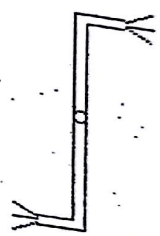
四、如图所示，当跑步者的脚在地面上向后蹬时，地表厚度为 8 毫米的一层土壤受到剪切应力作用。如果在 15 平方厘米的面积上受到 25 牛顿的剪切力，求该层土壤形变的角度 θ 。土壤的剪切模量为 1.9×10^5 牛顿/平方米。(10 分)



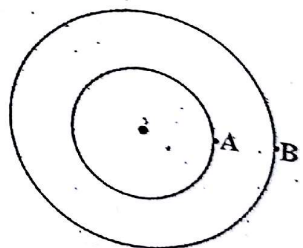
五、一大型水罐中水深 5 米，假设在罐侧距地面 h 处打一小孔，求下面两种情况下高度 h 为何值时流出水流喷射的水平距离最远：
(1) 水罐顶部是开口的；(2) 水罐顶部密封，水面上气压为 1.1 个大气压。(10 分)



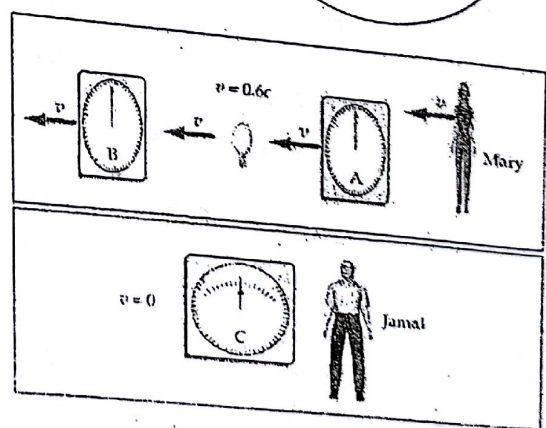
六、将一 S 形弯管在水平面内放置，在中心与水平面垂直的方向另有一管与其联通，整个系统可以以垂直的那个管子为轴在水平面内自由转动。当有液体沿垂直的那个管子注入，从 S 形的管子两端喷出时，系统会在水平面内逆时针转动。如果将整个系统放入水中，并从中间垂直的管子往外抽水，系统，主要是弯成 S 形的管子，将会有何反应？(10 分)



七、如图所示，星球 A、B 绕中心天体公转的周期分别为 T 和 $2T$ 。计划从星球 A 发射一个飞行器飞往 B 星球，请问应该在什么时间发射飞行器、如何设计其飞行轨道？给出有关的关键参数。(15 分)



八、如图所示，Mary 在她的飞船上放置了两个钟 A 和 B，相距 100 光分，在 A 和 B 的中点放置一个灯泡。Jamal 在另一艘飞船上，站在时钟 C 旁边。当灯泡的光到达某个时钟时，该时钟显示的时间立刻被置为零。Mary 的飞船以 $0.6c$ 的速度相对于 Jamal 的飞船向左运动。当灯泡从时钟 C 的正上方经过的瞬间，灯泡点亮，时钟 C 的时间在同一时刻被置为零。问：对于 Jamal 来说，(1) 光从灯泡发出到达时钟 A 用了多长时间，此时时钟 C 的读数是多少？(2) 光到达时钟 B 时，时钟 C 的读数是多少？(3) 光到达时钟 B 时，时钟 A 的读数是多少？(15 分)



中国科学技术大学

2012 - 2013 学年第一学期期末考试试卷

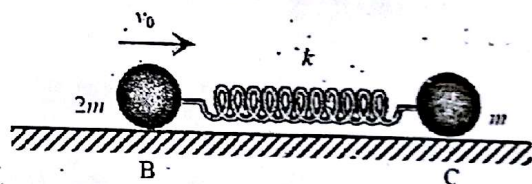
考试科目: 力学

得分: _____

学生所在学院: _____ 姓名: _____ 学号: _____

说明: 本次考试为开卷考试, 可以翻阅自己携带的书籍、讲义、参考资料, 但要独立完成, 不能讨论、上网查询、电话咨询等。需写出分析过程, 涉及到计算题如没有计算器可以估算。

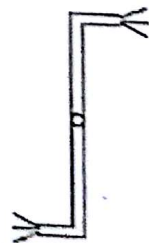
一、在光滑的水平地面上, 质量分别为 $2m$ 和 m 的小球 B 和 C 用一根劲度系数为 k 的均匀轻质弹簧链接, 开始时 B 和 C 静止, 弹簧处于自由长度状态。如图所示, 使 B



具有朝着 C 的初速度 v_0 , 在 {B, C, 弹簧} 系统质心系中, B 和 C 相对于质心是否做简谐振动? 为什么? 如果是在做简谐振动, 请确定振动角频率和 B 相对于质心振动的振幅。(15 分)

二、一根线密度为 ρ 的细绳中有一频率为 ν , 振幅为 A 的简谐横波以速率 v 自左向右传播, 遇到墙壁上的固定点发生反射。请分析墙壁上固定点的受力情况。(15 分)

三、将一 S 形弯管在水平面内放置, 在中心与水平面垂直的方向另有一管与其联通, 整个系统可以以垂直的那个管子为轴在水平面内自由转动。当有液体沿垂直的那个管子注入, 从 S 形的管子两端喷出时, 系统会在水平面内逆时针转动。如果将整个系统放入水中, 并从中间垂直的管子往外抽水, 系统, 主要是弯成 S 形的管子, 将会有有什么反应? (10 分)



四、一口深井上有一个辘轳, 辘轳的质量为 M_w , 半径为 R 。一根绳子绕在辘轳上, 下面吊着一个装满水的桶, 质量为 M_b , 绳子质量为 M_r , 长度为 L 。当你把桶提到最高点的时候, 手打滑了, 桶掉下去, 当桶下落的距离为 d 时, 桶的速度为多大? ($d < L$) 摩擦力和空气阻力可忽略。(15 分)



五、请解释为什么会出现一个粒子的动量增加了 5%，但速度只增加了 1% 的现象？(10 分)

六、一根长度为 L ，杨氏模量为 Y 的均匀弹性细棒，两端加大小为 F 的正压力，使其压缩。请问细棒中的弹性能为多少？(10 分)

七、请用自己的语言解释一下刚体的章动。(10 分)

八、讲义讨论孪生子佯谬的例 10.3 在求解第(1)问时说，对于 K' 系，宇航员起飞时天体上的钟预先走了 6.4 年。为什么？有同学认为，根据洛伦兹变换式 $t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ ，因为 x 是正的， $t=0$ ，所以 t' 应是负的；也就是说在飞船和地球上的钟都为 0 时天体上的钟读数为负，实际上应是慢了。问题出在哪？(15 分)



中国科学技术大学

2011 - 2012 学年第一学期期中考试试卷

考试科目: 力学

得分: _____

学生所在学院: _____ 姓名: _____ 学号: _____

说明: 本次考试为开卷考试, 可以翻阅自己携带的书籍、讲义、参考资料, 但要独立完成, 不能讨论、上网查询、电话咨询等。涉及到计算题如没有计算器可以估算。

一、试估算专家楼前池塘或水上报告厅下水面的面积。(5 分)

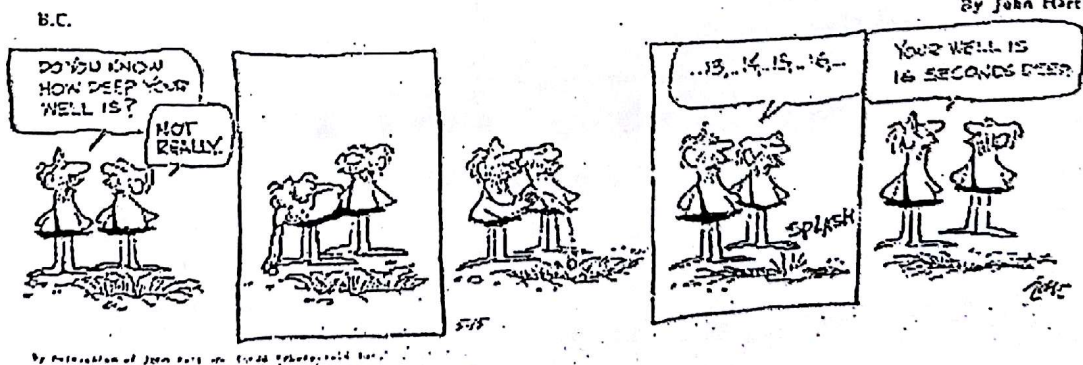
⑦ 质点的运动方程为 $\begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \end{cases}$, 在计算质点的速度和加速度时, 有人先求出

$r = \sqrt{x^2 + y^2}$, 然后根据 $v = \frac{dr}{dt}$ 和 $a = \frac{d^2r}{dt^2}$ 求得 v 和 a 的值。也有人先计算出

速度和加速度的分量, 再合成求得 v 和 a 的值, 即为 $v = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}$ 和

$a = \sqrt{\left(\frac{d^2x}{dt^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2y}{dt^2}\right)^2}$ 。这两种方法哪一种正确? 为什么? (10 分)

三、结合所学内容谈谈你对这幅漫画的理解。(10 分)



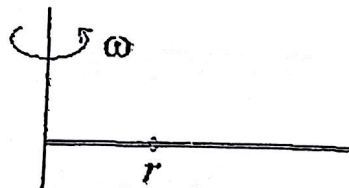
四、一架救援飞机要将救援物资扔给和飞机垂直高度差为 235 米的山峰上的遇险者。如果飞机以 250 千米/小时的水平速度飞行, 求 (1) 飞机必须在离遇险者水平距离为多少的地方就提前扔下救援物资, 以保证物资落在遇险者的附



近；(2) 如果飞机在离遇险者 425 米处就提前扔下救援物资，那么必须给物资多大的垂直速度（向下或者向上），才能保证物资落在遇险者的附近；(3) 在 (2) 的情况中，物资落地时速度为多少？(10 分)

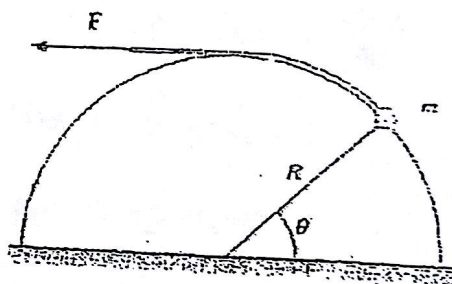
五、试举一个动量守恒但动量矩不守恒的例子。(10 分)

六、质量为 m 的小圆环套在一光滑圆杆上，圆杆绕垂直轴在水平面内以角速度 ω 转动，小圆环以速度 v_0 自转轴处沿圆杆向外运动。试求小圆环到达距转轴 r 处时的速度大小 v ，以及这时圆杆对小圆环的作用力。(10 分)

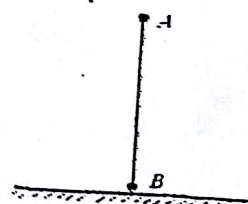


七、以与地面 θ 的夹角、 v 的初速度向上倾斜发射一个质量为 m 的飞行器，该飞行器能达到的最大高度为多少？其轨道是不是椭圆的一部分？如果是，导出其轨道的半长轴；如果不是，说明其轨道是什么。(15 分)

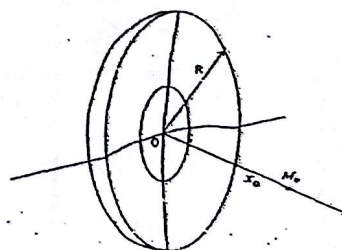
八、一个质量为 m 的小物体被放置于无摩擦的半圆柱体(半径为 R)上，同时被一根细绳牵引滑过圆柱体的顶部，如图所示。用积分法计算，把该物体以恒定速率从圆柱体底部移动到顶部所做的功的大小。(10 分)



九、质量为 m 的两个小球 A 和 B，用一长为 l 的轻质细杆连接，一开始竖立在光滑的桌面上，后受扰动而倾倒。试描述这一系统的运动，并求 A 球将要接触桌面的瞬间两个小球的速度。(10 分)



十、想象一个凹面薄圆盘，密度为 ρ ，半径为 R ，圆盘厚度 r 从圆盘中心向外呈线性增加，即 $r = Kr$ ， K 为常数。如右图所示。试计算圆盘中轴线上距圆盘距离为 x_0 的点 M_0 所受的引力（写出积分式即可）。 r 相对于 x_0 很小。(10 分)



中国科学技术大学

2010 - 2011 学年第一学期期末考试试卷

考试科目: 力学

得分: _____

学生所在学院: _____ 姓名: _____ 学号: _____

说明: 本次考试为开卷考试, 可以翻阅自己携带的书籍、讲义、参考资料, 但要独立完成, 不能讨论、上网查询、电话及短信咨询。

- 一、行星绕中心天体以圆周轨道运动时机械能与角动量应满足确定的关系, 请导出这一关系。(10 分)
- 二、一长为 L 质量为 M 的细棒绕通过其中心的垂直轴以角速度 ω 转动, 细棒长度方向与转轴之间的夹角为 θ , 试确定其角动量 $\vec{P}$ 。(10 分)
- 三、请导出在张紧的小提琴琴弦中传播的弹性波速度。在调音时要使音调变高的话应该怎么做? 为什么?(15 分)
- 四、夜晚, 暴风沿水平方向吹过一个大型购物中心, 风速 50m/s 。购物中心的房顶为水平的平顶结构, 面积 220m^2 。试估算该房顶的受力。假设因为有暴风夜晚购物中心的所有门窗都紧闭, 空气的密度为 1.1kg/m^3 。(10 分)
- 五、在描述有阻尼的振动时经常使用半功率峰的宽度。半功率峰的宽度与有阻尼振荡系统的什么参数有关, 为什么可以用来描述有阻尼的振荡? 请根据课堂上建立的数学表达式给出分析。(15 分)
- 六、测速雷达是根据所接收到汽车反射回来电磁波频率相对于所发射出电磁波频率的偏离计算汽车行进速度的。假设测速仪所使用的电磁波频率为 10GHz , 汽车朝向测速仪以 200km/h 的速度运动, 则测得的频率偏移为多少? 与原发射频率形成的拍频是多少?(15 分)

装订线 答题时不要超过此线



由 扫描全能王 扫描创建

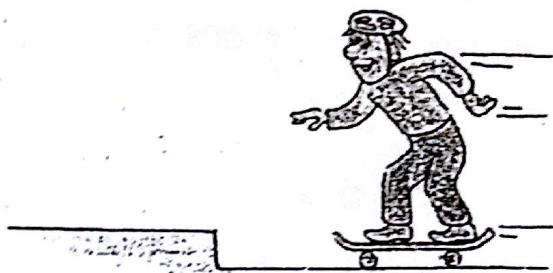
七、为什么在某些介质中传播的 X 光速度可以超过真空中的光速？如何解释它与相对论的假定并不相违背？如果提问者强调他用的是单色波，你怎么解释？(10 分)

八、参考系 K' 与参考系 K 的三个坐标轴都分别平行，并沿着 K 系的 x 轴方向以接近真空中光速的速度 v 运动。一在 K 系中沿 x 轴运动的粒子具有动量 $\vec{p} = p_x \vec{i}$ ，试确定该粒子在 K' 系中的动量与能量。(15 分)



说明：本次考试为开卷考试，可以翻阅自己携带的书籍、讲义、参考资料，但要独立完成，不能讨论、上网查询、电话、短信咨询等。不能简单给出结果，需写出分析过程。涉及到计算题如没有计算器可以估算。

- 一、一位滑板爱好者要踩着滑板跃上一个台阶。请问：在这个过程中，他的双脚要如何对脚下的滑板施加力矩(绕着滑板的前轮，后轮，质心，所有这些，还是其它部位)? 给出你的分析。(10 分)



- 二、货车发动机输出轴的转速为 1000 转/分，瞬时输出功率为 120kw；钢制传动轴的长度为 2.5m，直径为 10cm；试求出这时该传动轴扭转的偏角。假定钢的剪切模量为 $8.0 \times 10^4 \text{MPa}$ 。(15 分)

- 三、将一个完全密封的空易拉罐(当然，内部充满空气)放在电子天平上称重；然后保持密封并将其中的空气抽出，这时易拉罐会在大气压的作用下扭曲变瘪；再将其放到电子天平上称重。问：天平的读数会变大，变小，还是不变？给出你的分析。假设电子天平足够灵敏。(10 分)

- 四、你双手拿着一面积足够大的平板迎着一喷射的水柱，水柱的流量为 $0.1 \text{m}^3/\text{s}$ ，水流的速度为 5m/s 。(1)求平板静止时你给平板的力；(2)如果你拿着平板以 1m/s 的速度迎着喷射的水柱移动，该力为多大？(15 分)

- 五、半径为 r 质量为 m 的均质小球，沿半径为 R 的球壳内表面，在一竖直平面内做小幅度的往复纯滚动。试导出小球的运动。(20 分)



六、摇滚乐队正在演出。你在距乐队 20m 处测得的声强为 105dB。试求出该乐队的输出功率。(10 分)

七、请在狭义相对论体系中导出能量与动量的关系，并证明牛顿力学中 $P = F \cdot v$ 的关系仍然成立。(20 分)



七、一个总质量为 M 的小行星沿直线向地球中心飞来，NASA（美国宇航局）准备派飞船发射核弹将其炸成两块，从而改变其轨道，使大碎片距地心的最小距离不小于地球直径 R_e ，从而避免撞上地球。设核弹爆炸时，小行星的速度为 v_0 距离地球为 R_0 ，并假设小行星向地球冲来的速度因过大而无法改变，从而爆炸对小行星沿与地心连线方向的速度变化忽略不计。地球质量为 M_e 。问：

- (1) 假设核弹的爆炸能量能全部转化成小行星的动能，且爆炸将小行星炸成的一大一小两块碎片质量之比为 λ ，且 $\lambda > 1$ ，核弹爆炸的能量至少多大？(10 分)
- (2) 假设爆炸后 NASA 在质量较小的碎块上安装了质量为 M_p 的推进器，其单位时间喷出质量为 μ 、与小行星的相对速度为 v_r 的燃料；当碎块距地心为 R 、速度为 v 时点燃推进器，燃料反冲方向与碎块速度方向相反，想以此来捕获此小行星（设在捕获期间小行星轨道高度不变），推进器至少需要工作多少时间才能将其送入绕地球运转的轨道（即捕获该碎块）？(15 分)



中国科学技术大学

2014 - 2015 学年第一学期期中考试试卷

考试科目: 力学

得分: _____

学生所在学院: _____ 姓名: _____ 学号: _____

说明: 本次考试为开卷考试, 可以翻阅自己携带的书籍、讲义、参考资料, 但要独立完成, 不能讨论、上网查询、电话、短信咨询等。不能简单给出结果, 需写出分析过程。涉及到计算题如没有计算器可以估算。

一、“斯穆特(Smoot)”是什么单位(长度/时间/质量)? 与国际单位制(米/秒/千克)的换算关系大概是什么? (5 分)

二、一沿 x 轴运动的质点, 加速度与位置的关系为 $a = 4 + 9x^2$ 。如质点在原点处的速度为 5m/s , 试写出质点在任意位置处的速度值的表达式。(10 分)

三、将质量为 m 的小球以速率 v_0 竖直上抛。小球除受到重力作用外, 还受到一与速率的平方成正比的空气粘滞阻力的作用。试确定小球回到出发点时的速率。(15 分)

四、自行车的脚踏板是通过其中轴顶端的螺纹固定在曲轴的端部的。为了使踏板越用越紧而不是越用越松, 在安装时左右踏板螺纹的旋进方向是不一样的, 分别是正扣(向右旋、顺时针)和反扣(向左旋、逆时针)。请问: 左脚脚踏板和右脚的脚踏板, 哪个是正扣哪个是反扣? 为什么? 请给出你的分析过程。(15 分)

五、一炮弹被发射出去后, 在其轨道最高点处爆炸, 分成质量分别为原质量 $3/4$ 和 $1/4$ 的大小两块。爆炸点离发射点的水平距离为 x_0 。已知小碎块落地点恰好为炮弹发射点, 忽略空气阻力及地球曲率, 求大碎块落地点离炮弹发射点的距离。(15 分)

六、试分析撑杆跳运动员从起跑到完成动作落地整个过程中各种能量的变化趋势, 并给出相应的 $E-t$ 图像。说明整个过程中机械能守恒的适用范围。(15 分)



中国科学技术大学

2013 - 2014 学年第一学期期中考试试卷

考试科目: 力学

得分: _____

学生所在学院: _____ 姓名: _____ 学号: _____

说明: 本次考试为开卷考试, 可以翻阅自己携带的书籍、讲义、参考资料, 但要独立完成, 不能讨论、上网查询、电话、短信咨询等。不能简单给出结果, 需写出分析过程。涉及到计算题如没有计算器可以估算。

- 一、一个圆半径为 $3.8 \times 10^4 \text{cm}$, 请给出其带不确定度的面积数值。(10 分)
- 二、请给出估算你竖直向上抛出一个球时出手速度的办法。忽略空气阻力。(10 分)
- 三、小球从同一位置以相同的初速率 v_0 , 在同一竖直平面上朝着不同方向斜抛出去, 如果抛射角 θ 可在 $0 \sim \pi$ 范围内连续变化, 试问各轨道最高点连成的曲线是什么类型的曲线? (15 分)
- 四、游艺会上经常有用筷子夹乒乓球的项目。设乒乓球的半径为 r , 质量可以不考虑, 筷子与乒乓球表面之间的静摩擦系数为 μ , 为顺利地将乒乓球夹起, 你会用筷子的端部还是中部夹球? 筷子与乒乓球接触的位置与两根筷子相对转动的转轴之间的距离应满足什么要求? 如果不忽略乒乓球的质量 m , 你会得出什么结论? (15 分)
- 五、自行车的脚踏板是通过其中轴顶端的螺纹固定在曲轴的端部的。为了使踏板越用越紧而不是越用越松, 在安装时左右踏板螺纹的旋进方向是不一样的, 分别是正扣(向右旋、顺时针)和反扣(向左旋、逆时针)。请问: 左脚脚踏板和右脚脚踏板, 哪个是正扣哪个是反扣? 为什么? 请给出你的分析过程。(10 分)
- 六、已知以很低的轨道绕地球运行的卫星周期约为 86 分钟, 据此能否估测地球的平均密度? 为什么? (10 分)



七、两质量相等的天体相距 $8.0 \times 10^{10} \text{m}$ ，以 12.6 年的周期相互绕行。(1) 两个天体为什么不会由于万有引力的作用撞在一起？(2) 每个天体的质量应该为多少？(15 分)

八、一质量为 15.0kg 的物体以 5.5m/s 的速率自左向右运动，另一质量为 10.0kg 的物体以 4.0m/s 的速率自右向左运动，两者发生正碰撞。试求下面几种情况下碰撞后物体运动的速率，并对结果是否合理进行分析：(1) 两物体粘在一起；(2) 碰撞是弹性的；(3) 碰撞后第一个物体静止；(4) 碰撞后第二个物体静止；(5) 碰撞后第一个物体以 4.0m/s 的速率自右向左运动。(15 分)



中国科学技术大学

2013 - 2014 学年第一学期期末考试试卷

考试科目: 力学

得分: _____

学生所在学院: _____ 姓名: _____ 学号: _____

说明: 本次考试为开卷考试, 可以翻阅自己携带的书籍、讲义、参考资料, 但要独立完成, 不能讨论、上网查询、电话、短信咨询等。不能简单给出结果, 需写出分析过程。涉及到计算题如没有计算器可以估算。

- 一、长为 $2l$ 的轻质细绳两端固定在同一高度相距 $2d$ ($d < l$) 的 A、B 两点。细绳上穿有一个小重球可以沿绳无摩擦地滑动。试求小球在包含 A、B 两点在内的竖直平面内小幅振荡的周期。(15 分)
- 二、在“声压级”的定义中需要用到压强的有效振幅(相对于平衡压强) P 。请导出其大小与位移振幅、频率等的关系。(10 分)
- 三、半径为 10cm 的均匀圆柱体以 10 转/秒的角速度绕几何轴旋转。现将其横着放到水平桌面上, 任其运动, 于是它开始在桌面上连滚带滑。设圆柱体表面与桌面之间的滑动摩擦系数为 0.10, 问: 要经过多长时间后圆柱体的运动变为纯滚动? (15 分)
- 四、某种材料的杨氏模量为 $2.0 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ 。如果用它做成厚 3.0mm, 横截面积 5.0 cm^2 的圆垫, 当圆垫沿轴向被压缩 1.0mm 时其中储存了多少能量? (10 分)
- 五、一根长 30cm 的不可伸长的轻质细线, 一端固定在装满水的圆筒形容器中底部与中心相距 20cm 处, 另一端系有一个小木球。容器绕自身竖直对称轴转动, 如果线偏离竖直线角 30° , 求容器转动的角速度。(15 分)
- 六、一圆柱形纯净水桶, 横截面面积 400 cm^2 , 上端与大气相通, 可以通过装在底部的阀门放水, 开始时桶内水面距阀门高 35cm。完全打开阀门接满容量为 100ml 的水杯需要 5s。问: 不考虑黏滞, 将桶中的水全部放完需多长时间? (10 分)



七、已知某介子静止时的寿命是 $2.6 \times 10^{-8} \text{s}$ 。请问，它必需以多大的速度运动，才能在衰变前走过 15 米。(10 分)

八、一高速列车以 $0.6c$ 的速率沿平直轨道运行。车上有甲、乙二人，甲在车厢后部，乙在车厢前部，相距 10 米。当列车经过一站台时，站台上的人突然看到甲先向乙开枪，过了 12.5 毫微秒后，乙又向甲开枪。因而站台上的人作证说，是甲挑起了枪战。假如你正在这节车厢中，你会怎样说？(15 分)



考试科目: 力学

得分: _____

学生所在学院: _____ 姓名: _____ 学号: _____

说明: 本次考试为开卷考试, 可以翻阅自己携带的书籍、讲义、参考资料, 但要独立完成, 不能讨论、上网查询、电话咨询等。需写出分析过程, 涉及到计算题如没有计算器可以估算。

一、假设太阳到地球的距离已知, 请设计一个简便易行安全, 你自己(最多再找一个同学帮忙)就可以实施的方法, 估测太阳的大小。(10 分)

二、杂耍小丑将五个小球轮流上抛, 时时都有四个小球在空中。如果每个小球上升的最大高度都是 h , 问小球留在手中的最长时间是多少? 忽略空气阻力。(10 分)

三、在汽车儿童座椅的设计过程中, 工程师考虑以下条件: 一个重 12kg 的儿童坐在固定于汽车内的儿童座椅中。假设该汽车和其他车辆发生迎面碰撞。车子初始速度为 $45\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, 碰撞时, 该速度在 0.2s 内降至 $0\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ 。假设碰撞过程中, 车辆加速度恒定。请估算碰撞过程中, 儿童座椅的安全带要提供多大的水平力才可以将儿童固定在座椅中。(10 分)

四、建筑师要在山上建房子。山坡的倾角为 45° 。为避免房屋建成后可能出现的滑坡, 他计划通过施工将山坡的倾角降低。假设不同土层之间的静摩擦系数为 0.5 , 他必须将山坡的倾角减低为多少才能避免滑坡的危险? (10 分)

五、你骑自行车能以 $9.5\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ 的速率沿倾角为 7.0° 的山路自由滑下。如果阻力与速率的平方成正比, 即 $f = cv^2$, 请给出 c 。如果你要以 $25\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ 的速率下山, 必须平均用多大的力? 假设你和自行车的总质量为 80.0kg 。(10 分)

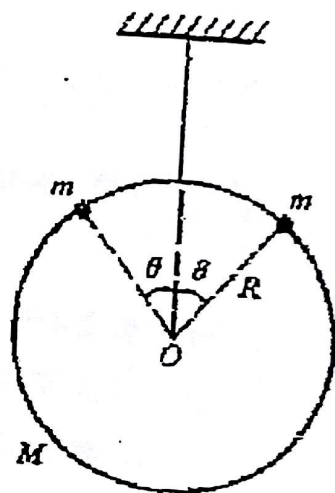
六、湖面上有两艘同样的小船 A 和 B, 与岸的距离相等。A 船上有一人用力收绳, 绳的另一端固定在岸上, 船向岸移动。B 船则是岸上与船上各有一人用力收绳,



船向岸移动。三人的用力相同，问：哪一艘船先靠岸？请给出你的分析。(10分)

七、如果我国的交通规则由原来的右侧通行改为左侧通行，那么一天的长度是增加、减少还是不变？请给出你的分析。(10分)

八、如图，质量为 M 的圆环用质量可忽略的细线悬挂在天花板上，圆环上串着两个质量均为 m 的小球，两小球自圆环顶端从静止开始同时向两边滑下，忽略摩擦力。试求：1) 在圆环不动的条件下，悬线中张力随 $\cos\theta$ 的变化、张力 T 的极小值及相应的角 θ ；2) 小球与圆环的质量比 m/M 至少为多大时圆环才有可能上升、圆环开始上升时的角 θ 。(15分)



九、从地球表面，沿与竖直方向成 θ 角的方向发射一质量为 m 的物体，初速度 v_0 等于 $\sqrt{gR}$ ，忽略空气阻力和地球转动的影响，但地球的大小和形状必须考虑，问物体上升多高？物体的运动轨迹属于什么曲线？ R 为地球半径。(15分)



中国科学技术大学

2012—2013 学年第一学期 力学 期末考试试卷 A

考试科目: 力学

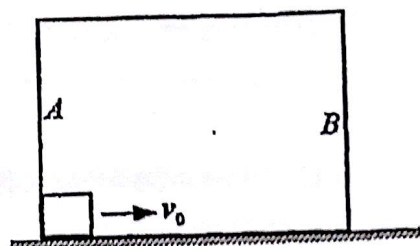
学生所在系: _____

姓名: _____ 学号: _____

得分: _____

1. (20 分) 设质量分别为 m_1 、 m_2 的两个质点相距 l , 开始时均处于静止状态, 其间仅有万有引力相互作用。

- (1) 假设 m_1 固定不动, m_2 将要经过多长时间后与 m_1 相碰。
(2) 假设 m_1 也可动, 两者将经过多少时间后相碰。



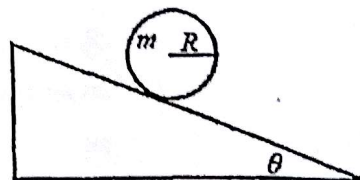
题 2 图

2. (20 分) 如图, 质量为 m 的长方形箱子放在光滑的水平地面上。箱内有一质量为 m 的小滑块, 滑块与箱底之间无摩擦。开始时箱子不动, 滑块以恒定的速度 v_0 从箱子的 A 壁向 B 壁处运动。然后与 B 壁碰撞。假定滑块与箱壁每碰撞一次, 两者相对速度大小变为该次碰撞前相对速度的 e 倍。 $e = (1/2)^{1/4}$ 。

- (1) 要使滑块与箱子这一系统的动能的总损耗不超过其初始动能的 40%。滑块与箱壁最多可碰撞多少次?
(2) 从滑块开始运动到上述次数的碰撞期间, 箱子的平均速度是多少?

3. (20 分) 一个有阻尼的弹簧振子系统, $m = 1\text{kg}$, $k = 100\text{N/m}$, 处于临界阻尼情况, 从 $t = 0$ 时, $x_0 = 2.5\text{cm}$, $\dot{x} = -30\text{cm/s}$ 开始运动。问物体将于几秒后到达平衡位置? 达到平衡位置后最远能移动多大距离?

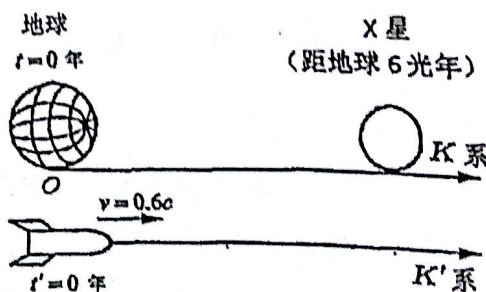
4. (20 分) 一质量为 m , 半径为 R 的匀质圆柱体放置在与水平面成 θ 角的斜面上, 如图所示。圆柱体和斜面直接的摩擦因数为



题 4 图

μ , 若要让圆柱体无滑动地沿斜面滚下来, 问 θ 角的上限是多少。

5. (20 分) 地球到 x 星的距离为 $l = 6$ 光年, 宇宙飞船相对地球的速率为 $v = 0.6c$, 航天员 (设为 K' 系) 经过地球时和他在地球上的朋友 (设为 K 系) 对好了钟 $t = t' = 0$, 航天员到达 x 星时同时观察两个人的钟, 直接观察自己的钟 t' , 并用望远镜观察地球上朋友的钟, 问 t' 的读数和地球上朋友的钟的读数分别是多少?



题 5 图



中国科学技术大学

2008 - 2009 学年第一 学期考试试卷

考试科目: 力学

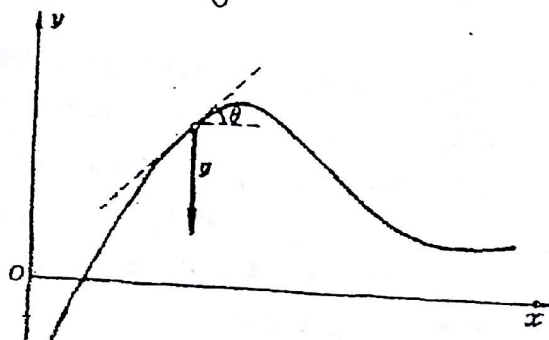
得分: _____

学生所在系: _____ 姓名: _____ 学号: _____

一、问答题(每题 5 分, 共 35 分):

1. 在物理学中为什么大家都关注“不变量”? 力学中经常见到的“不变量”有哪些?
2. 为什么在静止流体中的一点, 各个方向的压强都是相同的?
3. 在枪管和炮管的内表面为什么要刻上螺旋线?
4. 什么是弹性体的泊松比? 为什么它小于 0.5? $\times$
5. 对于一个振动系统, 是在过阻尼时衰减快, 还是在临界阻尼时衰减快? 为什么?
6. 为什么在某些介质中传播的 X 光速度可以超过真空中的光速? 如何解释它与相对论的假定并不相违背? 如果提问者强调他用的是单色波, 你怎么解释?
7. 试写出“洛伦兹变换”。它与“伽利略变换”不同的原因是什么? 根本不同在什么地方? $\times \times \times$

二、由光滑钢丝弯成竖直平面内一条曲线, 质点穿在此钢丝上, 可沿着它滑动。已知其切向加速度为 $-g \sin \theta$, θ 是曲线切向与水平方向的夹角。试求质点在各处的速率。(10 分)



2008 -- 2009 学年第一 学期

第 1 页(共 2 页)



三、一半径为 R ，质量为 m 的均匀实心圆柱置于一与水平面成 θ 角的斜面上，圆柱的轴线与水平面平行。令 a 为圆柱轴线沿着斜面的加速度，圆柱与斜面之间的净摩擦系数为 μ ，在 θ 小于某一临界角 θ_c 时圆柱将沿斜面无滑动地滚下。试求：
(10 分)

1. 临界角 θ_c 为多少？
2. 当 $\theta < \theta_c$ 时，加速度是多少？

四、一截面面积为 A ，长度为 L ，杨氏模量为 Y 的均匀弹性圆棒，沿长度方向能够承受的最大应力为 σ ，试求在破裂前存贮在棒中的弹性能。(10 分)

五、一弹簧的自由长度为 l_0 ，其下挂有一质量为 m 的物体，长度变为 l_0+h 。当整个系统静止时，有一个质量也为 m 的物体从相对高度 h 处自由下落至第一个物体上，并发生完全非弹性碰撞，这时系统发生运动。试证明它是简谐运动，并求出运动的周期、振幅。(10 分)

六、一质量为 m 的粒子，在一恒力 F 的作用下，沿着 X 方向，自静止开始运动。试写出在考虑狭义相对论效应后，在速度为 v 时的加速度 a 的表达式，以及速度 v 随时间 t 的变化关系。(15 分)

七、一静止在实验室中，质量为 M 的粒子裂变为静止质量分别为 m_1 和 m_2 的两部分。试确定这两部分的相对论动能 T_1 和 T_2 。(10 分)



中国科学技术大学

2010 - 2011 学年第一学期期中考试试卷

考试科目: 力学

得分: _____

学生所在学院: _____ 姓名: _____ 学号: _____

说明: 本次考试为开卷考试, 可以翻阅自己携带的书籍、讲义、参考资料, 但要独立完成, 不能讨论、上网查询、电话咨询。

- 一、假设你生活在海边, 非常熟悉船的各种特征尺度以及船所在位置到岸边的距离, 你能否估计出地球的大小? 试作说明。(10分)
- 二、崔莺莺绣楼窗口距地面的高度是一丈, 书生张君瑞站在距绣楼六尺远的路边, 想把包着小石块的写有情诗的手帕从绣楼的窗口扔进去, 为了保证手帕在进入窗口时只有水平方向的速度, 他应该怎么扔? 这时手帕的水平速度是多少?(10分)
- 三、汽车加速过程中, 驱动轮与地面接触部分是相对静止的, 地面与轮胎之间的摩擦力对驱动轮做功吗? 汽车动能的增加是怎么产生的?(10分)
- 四、试定性画出地球—月球系统及周围空间的引力势能在平面上的二维分布曲线。(15分)
- 五、行星 A 绕中心天体 O 以圆周轨道运动, 周期为 T。求一个物体从此轨道由静止自由落向中心天体所需的时间。(15分)
- 六、如果太阳的质量不能当作无限大, 开普勒行星运动三定律是否需要修正? 若不需要, 请详细说明原因; 若需要, 请说明如何修正以及为什么这么修正。(20分)
- 七、潮汐的摩擦作用使得地球的自转速度变慢, 因此角动量减小。地球—月球系统角动量守恒是如何使这一损失的角动量转移到月球围绕地球的公转的? 试作详细分析讨论。(20分)



中国科学技术大学

非物理专业 力学 考试试题

系别: _____

姓名: _____

考试时间: 2006 年 5 月 13 日

学号: _____

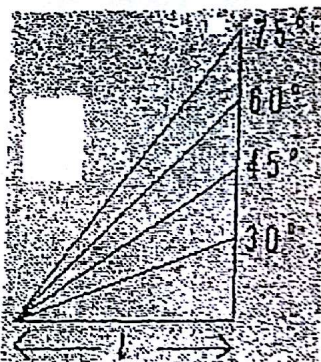
一、选择题 (共 12 分)

1. (本题 3 分) 0329

如图所示, 几个不同倾角的光滑斜面, 有共同的底边, 顶点也在同一竖直面上。若使一物体(视为质点)从斜面上端由静止滑到下端的时间最短, 则斜面的倾角应选

(A) 30° (B) 45° (C) 60° (D) 75°

【 】



2. (本题 3 分) 0508

质点沿半径为 R 的圆周作匀速率运动, 每 t 秒转一圈。在 $2t$ 时间间隔中, 其平均速度大小与平均速率大小分别为:

(A) $2\pi R/t$, $2\pi R/t$ (B) 0, $2\pi R/t$
(C) 0, 0 (D) $2\pi R/t$, 0

【 】

3. (本题 3 分) 5382

质点作半径为 R 的变速圆周运动时的加速度大小为:

(v 表示任一时刻质点的速率)

(A) dv/dt (B) v^2/R (C) $dv/dt + v^2/R$ (D) $\sqrt{(dv/dt)^2 + v^4/R^2}$

【 】

4. (本题 3 分) 4172

一宇宙飞船相对地球以 $0.8c$ (c 表示真空中光速) 的速度飞行。一光脉冲从船尾传到船头, 飞船上的观察者测得飞船长为 90m , 地球上的观察者测得光脉冲从船尾发出和到达船头两个事件的空间间隔为

(A) 90m (D) 54m (C) 270m (D) 150m

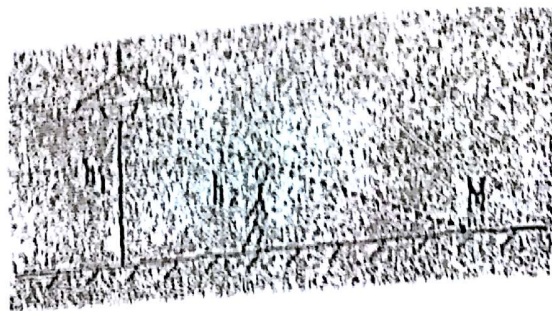
【 】



二. 填空题 (共 45 分)

1. (本题 5 分) 0257

灯距地面高度为 h_1 ，一个人身高为 h_2 ，在灯下以匀速率 v 沿水平直线行走，如图所示。则他的头顶在地上的影子 M 点沿地面移动的速度 $v_M =$ _____。



2. (本题 5 分) 0262

一质点沿半径为 R 的圆周运动，其路程 S 随时间 t 变化的规律为：

$$S = bt - ct^2/2, \text{ (SI), 式中 } b, c \text{ 为大于零的常数, 且 } b^2 > Rc.$$

(1) 质点运动的切向加速度 $a_t =$ _____;

法向加速度 $a_n =$ _____。

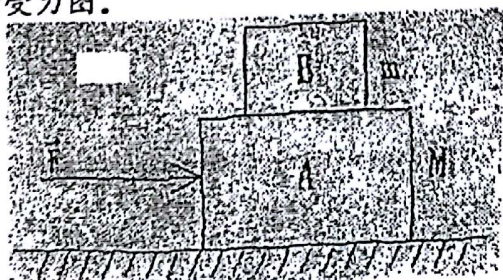
(2) 质点运动经过 $t =$ _____ 时, $|a_t| = a_n$ 。

3. (本题 5 分) 0606

半径为 R 的圆盘绕通过其中心且与盘面垂直的水平轴以角速度 ω 转动。若一质量为 m 的小碎块从盘的边缘裂开，恰好沿竖直方向上抛。小碎块所能达到的最大高度 $h =$ _____。(以圆盘中心所在位置为参考点)

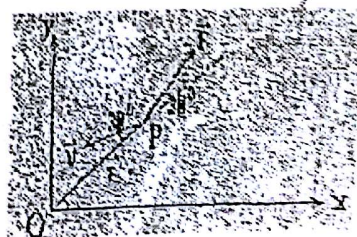
4. (本题 5 分) 0626

在粗糙的水平桌面上放着质量为 M 的物体 A ，在 A 上放有一表面粗糙的小物体 B ，其质量为 m 。当用水干恒力 $\vec{F}$ 推 A 使它作加速运动时，试分别画出， A 和 B 的受力图。



5. (本题 5 分) 0728

如图所示，质点 P 的质量为 2 kg ，位置矢量为 $\vec{r}$ ，速度为 $\vec{v}$ ，它受到力 $\vec{F}$ 的作用。这三个矢量均在 Oxy 平面内，且 $r = 3.0 \text{ m}$ ， $v = 4.0 \text{ m/s}$ ， $F = 2 \text{ N}$ ，则该质点对原点 O 的角动量 $\vec{L} =$ _____；作用在质点的力对原点的力矩 $\vec{M} =$ _____。

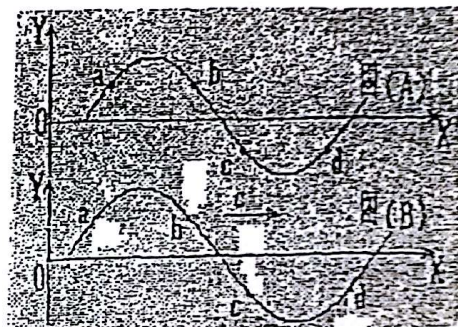


7. (本题 5 分) 3077

一平面简谐波沿 x 轴负方向传播。已知 $x = -1 \text{ m}$ 处质点的振动方程为 $y = A \cos(\omega t + \Phi)$ ，若波速为 u ，则此波的波动方程为：_____。

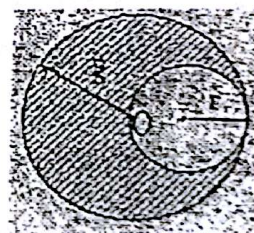
8. (本题 5 分) 5198

已知一驻波在 t 时刻各点振动到最大位移处，其波形如图(A)所示；一行波在 t 时刻的波形如图(B)所示。试分别在图(A)、图(B)上注明所示的 a、b、c、d 四点此时的运动速度的方向(设为横波)。



9. (本题 5 分) 0164

如图所示的匀质大圆盘，质量为 M ，半径为 R ，如果在大圆盘中挖去图示的一个小圆盘。则挖去小圆盘后剩余部分对于过 O 点且垂直于盘面的转轴的转动惯量为：_____。



三. 计算题。(共 43 分)

1. (本题 5 分) 0258

一质点从静止开始作直线运动，开始加速度为 a ，此后加速度随时间均匀增加，经过时间 τ 后，加速度为 $2a$ ，经过时间 2τ 后，加速度为 $3a$ ，……。求经过时间 $n\tau$ 后，该质点的加速度和走过的距离。

2. (本题 8 分) 0548

在 28 天里，月亮沿半径为 $4.0 \times 10^8 \text{ m}$ 的圆轨道绕地球一周。月球的质量为 $7.35 \times 10^{22} \text{ kg}$ ，地球的半径为 $6.37 \times 10^3 \text{ km}$ 。若在地球参照系中观察，求在 14 天里，月球动量增量的大小。



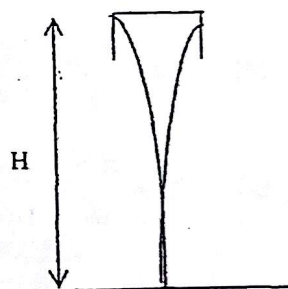
中国科学技术大学 1220301、02、05 力学期中考试题
(2012.11)

学号: _____ 姓名: _____ 成绩: _____

1. (25 分) 一石子在飞行时受到的空气阻力为其速度的 km 倍 (m 为石子的质量, k 为常数), 以大小为 v_0 的初速度竖直向上抛出石子, 解出石子速度与时间的运动方程, 说明当时间 t 很久很久之后, 石子速度是多少。当初速度大小不变, 方向变成水平方向时, 求出运动方程。

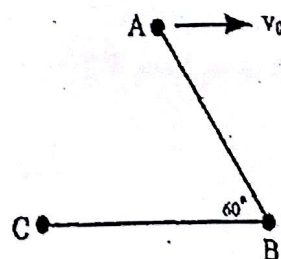
2. (25 分) 在一条宽度为 b 、河水以速率 v 向北流的运河, 在北纬 λ 处, 求东岸的河水水面比西岸的高多少。(地球自转角速度是 ω , 当地重力加速度为 g)

3. (25 分) 从喷泉中喷出的水柱, 把一个质量为 m 的圆筒倒顶在空中。水以恒定的速率 v_0 从面积为 S 的小孔中喷出, 射向空中 (不考虑空气阻力和水流的发散问题)。在冲击桶底后, 有比例为 α 的水附在桶底, 随即顺内壁流下, 其速度可略, 其余则以原速竖直溅下, 水的密度为 ρ , 试求水桶停留的高度 H 。



题 3 图

4. (25 分) 如图所示, 三个质量分别为 $3m$ 、 $2m$ 和 $1m$ 的小球 A、B 和 C, 由两根长度相同的细绳相连, 放置在光滑的水平面上, 它们的位置正好位于正三角形的三个顶点, 且此时绳是被拉直的。现给小球一个沿 BC 方向的、大小为 v_0 的水平速度, 试求: 两根绳子刚被拉紧时小球 C 的速度。



题 4 图



2012 年度力学期中试卷

班级 _____ 姓名 _____ 学号 _____ 得分 _____

注意：(1) 试卷共 7 张，(2) 请在答题纸上做题，计算题要列出必要的方程和解题的关键步骤。

一、选择题 (1-8 题为单选，9、10 题为多选，每小题 2 分，共 20 分)

1、在曲线运动中 $\vec{v}$ 表示质点运动的速度，则可以判断：

- (A) 一定有 $\frac{d|\vec{v}|}{dt} \geq \left| \frac{d\vec{v}}{dt} \right|$ (B) 一定有 $\frac{d|\vec{v}|}{dt} = \left| \frac{d\vec{v}}{dt} \right|$
 (C) 一定有 $\frac{d|\vec{v}|}{dt} \leq \left| \frac{d\vec{v}}{dt} \right|$ (D) $\frac{d|\vec{v}|}{dt}$ 和 $\left| \frac{d\vec{v}}{dt} \right|$ 的大小之间无确定关系

选 _____

2、如图 1 所示，跨过两个质量忽略不计的定滑轮的轻绳，一端挂重物 m_2 和 m_3 ，另一端挂重物 m_1 ，且有 $m_1 = m_2 + m_3$ ，当 m_2 和 m_3 绕着铅直轴旋转时：

- (A) m_1 上升 (B) m_1 下降 (C) m_1 与 m_2 和 m_3 保持平衡
 (D) 当 m_2 和 m_3 不旋转，而 m_1 在水平面上绕铅直轴旋转时，两边保持平衡

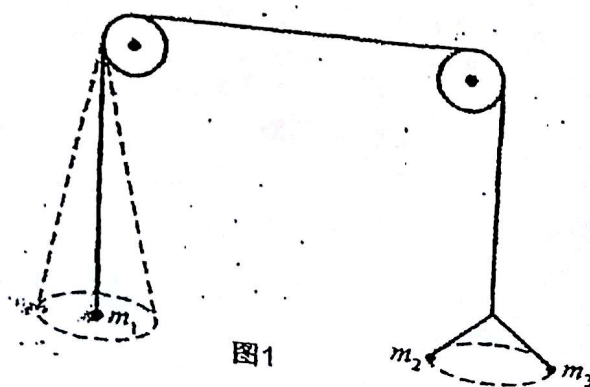


图 1

选 _____



3、质量为 m 的 A 球和原来静止的 B 球发生对心完全弹性碰撞，则 B 球取下列的哪一质量时，B 球获得的动量最大。

- (A) $0.1m$ (B) m (C) $2m$ (D) $10m$

选 _____

4、下面几种关于摩擦力做功正确的说法是：

- (A) 摩擦力不可能做正功 (B) 摩擦外力不可能做正功
(C) 摩擦内力不可能对整个体系做正功 (D) 静摩擦力做功不可能不为零

选 _____

5、对质点系的内力，它的总功 A_i ，总力矩 M_i 和总冲量 J_i ，下列说法正确的是：

- (A) $A_i = 0, M_i = 0, J_i = 0$ (B) $A_i \neq 0, M_i = 0, J_i = 0$
(C) $A_i = 0, M_i \neq 0, J_i = 0$ (D) $A_i \neq 0, M_i = 0, J_i \neq 0$

选 _____

6、质心系是一个“好”的参考系，下列说法错误的是：

- (A) 在质心系中，孤立体系的动量恒为零
(B) 非孤立体系的质心系也是惯性系
(C) 非孤立体系的质心系不是惯性系，但功能定理和机械能守恒定律仍适用
(D) 质点系的动量等于质心的动量，但质点系的动能不等于质心系的动能

选 _____

7、一质点受力为 $F = F_0 e^{-kx}$ ，若质点在 $x = 0$ 处的速度为零，此质点所能达到的最大动能为：

- (A) F_0/k (B) $F_0/(ke^k)$ (C) $F_0 k$ (D) $F_0 k/e^k$

选 _____

8、一人造地球卫星到地球中心 O 的最大距离和最小距离分别是 R_A 和 R_B ，设卫星对应的角动量分别是 L_A 、 L_B ，动能分别是 E_{KA} 、 E_{KB} ，则应有：

- (A) $L_B > L_A, E_{KA} > E_{KB}$ (B) $L_B > L_A, E_{KA} = E_{KB}$ (C) $L_B = L_A, E_{KA} = E_{KB}$
(D) $L_B < L_A, E_{KA} = E_{KB}$ (E) $L_B = L_A, E_{KA} < E_{KB}$

选 _____



9、在下列关于动量的表述中，不正确的是：

- (A) 质点始末位置的动量相等，表明其动量一定守恒
- (B) 动量守恒是指运动全过程中动量时时处处相等
- (C) 系统的内力无论为多大，只要合外力为零，系统的动量必守恒
- (D) 内力不影响系统的总动量，但要影响其总动能
- (E) 内力对系统内各质点的动量没有影响

选_____

10、在下列关于功和能的表述中，正确的是：

- (A) 保守力做正功时，系统的相关势能增加
- (B) 质点在保守力场中沿任意闭合路径运动一周，保守力对其做功为零
- (C) 作用力与反作用力大小相等，方向相反，所以两者做功的代数和必为零
- (D) 只要有摩擦力存在，系统的机械能就不可能守恒
- (E) 质点系机械能的改变与保守内力无关

选_____

二、填空题(第1题每空1分，其余每空2分，共26分)

1、如图2所示，一质点以初速度 v_0 ，与水平方向成 θ_0 角度抛出，不计空气阻力，在_____点的曲率半径最小，其值为_____，在_____点的曲率半径最大，其值为_____。

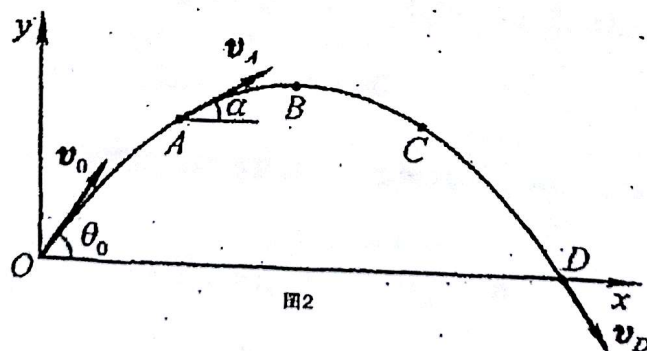


图2

2、如图3所示，在光滑水平面上，固定放置一板壁。板壁与水平面垂直，它的AB和CD部分是平板，BC部分是半径为R的半圆柱面。一质量为m的物块在光滑水平面上以初速率 v_0 沿壁滑动，物块与壁之间的摩擦系数为 μ ，则物块沿板壁从点D滑出时的速率为_____。



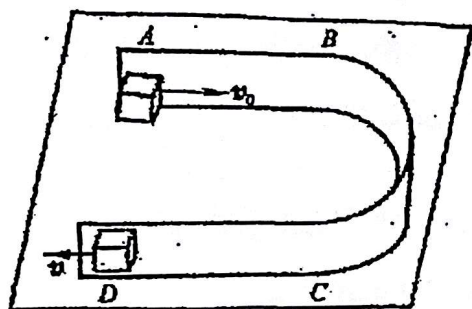
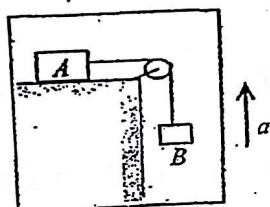


图3

- 3、如下图所示，系统置于以 $a = \frac{1}{2}g$ 的加速度上升的升降机内， A 、 B 两物体质量相同均为 m ， A 所在的桌面是水平的，绳子和定滑轮质量均不计，而 A 与水平桌面之间的滑动摩擦系数为 μ ，则绳中张力为_____。



- 4、一质点在保守力场中沿 x 轴（在 $x > 0$ 的范围内）运动，其势能为 $V(x) = \frac{kx}{x^2 + a^2}$ ，这里 k 、 a 均为大于零的常数，则质点所受的保守力的表达式为：_____，质点的平衡位置的 x 坐标为_____。

- 5、如图4所示，在光滑水平面上，用劲度系数为 k 的弹簧连接两物体 m_1 和 m_2 ， m_1 紧靠墙，在 m_2 上施力将弹簧压缩 x_0 ，以 m_1 、 m_2 和弹簧为系统，当外力撤去后，则质心加速度的最大值为_____，系统质心速度的最大值为_____（注：这里“最大值”指加速度或速度的绝对值的最大值）。

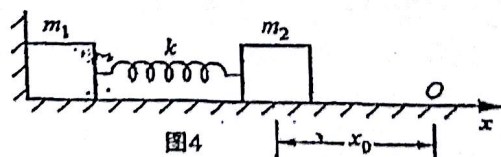


图4



6、一个气体分子具有 300m/s 的速率，与另一个最初静止的相同质量的气体分子发生弹性碰撞，碰后，第一个分子沿着和最初运动方向成 60° 的方向运动，则入射分子碰撞后的速率为_____，靶分子碰撞后的速率为_____。

7、如下图所示， O 为有心力场的力心，排斥力 $f(r)$ 与距离平方成反比 $f(r) = \frac{k}{r^2}$ ，这里 k 为一常量，规定无穷远处为势能零点，则此力场的势能为_____。
一质量为 m 的粒子以速度 v_0 、瞄准距离 b 从远处入射，则它能到达的最短距离 R 为_____，此时的速率 v 为_____。

三、计算题（共 64 分）

1、（本题 12 分）如图 5 所示，一半径为 R 的轮子在水平面上以角速度 ω 作匀速无滑动滚动，试求：

(1) 滑轮上一点 P 的运动轨迹，只需写出 P 点的 x 坐标和 y 坐标随时间的变化即可（4 分）；

(2) P 点的速度和加速度（4 分）；

(3) 轨迹线在 A 点和 B 点处的曲率半径（4 分）。

（注：初始时刻，滑轮上的 P 点与地面的接触点取为固定在地面上的坐标系的坐标原点 O ）

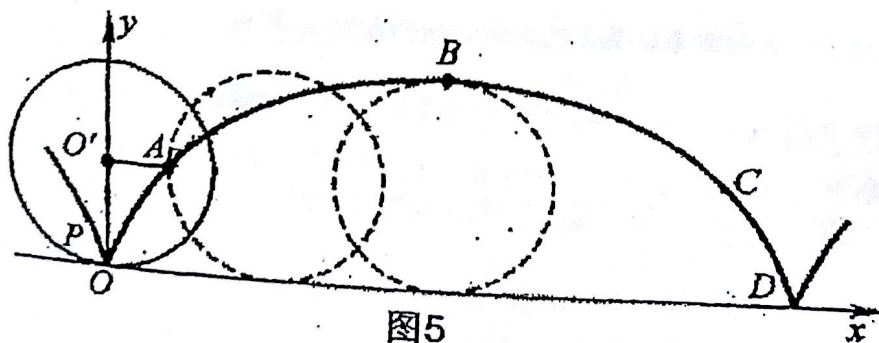


图5



(本题 15 分) 如图 6 所示, 以角速度 ω 绕中心竖直轴匀速旋转的水平大圆盘上有一弦心距为 d 的足够长的直弦槽, 槽内有一质量为 m 的小物块从槽中央 O 处以初始相对速率 v_0 沿槽运动, 已知小物块与槽侧壁光滑接触, 与槽底间的摩擦系数为 μ 。试求:

- (1) 为使滑块最终停住, μ 应为何值? (8 分)
- (2) 在 (1) 的条件下, 滑块对槽侧壁的正压力 N 与路程 x 之间的关系 (4 分);
- (3) 物块停止前的总路程 (3 分)。

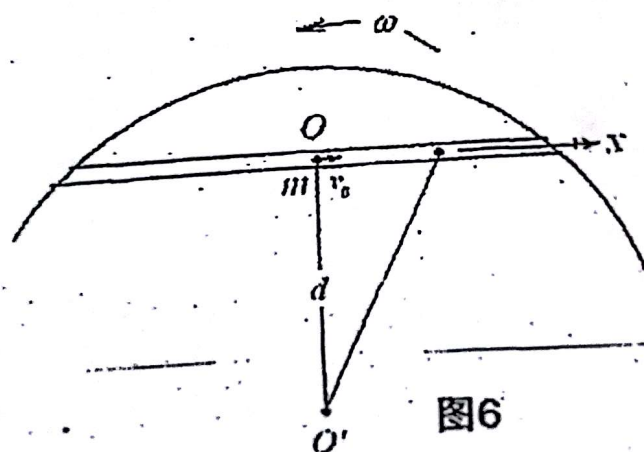


图6

3. (本题 10 分) 某人用木桶从深井中打水, 木桶的质量为 m_0 , 刚开始提桶 ($t=0$) 时, 桶内装有质量为 m 的水, 由于桶的底部有一个面积为 S 的小洞, 桶内的水以相对于桶的恒定速率 u 从洞口流出, 令水的密度为 ρ , 试求:

- (1) 若人以恒定的速率向上提桶, 求提桶力随时间的变化关系 (5 分);
- (2) 若人以恒力 F 向上提桶, 求水桶在 t 时刻的速率, 设 $t=0$ 时桶静止 (5 分)。



4. (本题 12 分) 如图 7 所示, 在铅直平面内有一光滑的半圆形管道, 圆的半径为 R 。管内有一条长度正好为半圆周长 πR 的链条, 其线密度为 ρ , 如下图所示,

若由于微小的扰动, 链条从管口向外滑出, 试求:

- (1) 当链条恰好从管口全部滑出时的速度 (5 分);
- (2) 当链条从管口滑出的长度为 $x = \frac{1}{3}\pi R$ 时的速度和加速度 (7 分)。

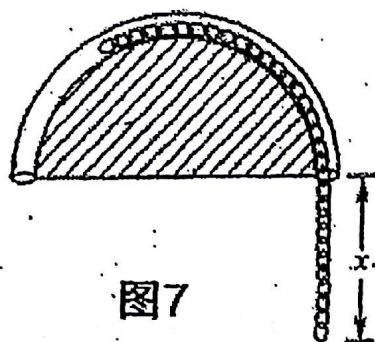


图7

5. (本题 15 分) 宇宙飞船绕一行星作半径为 R_0 的圆轨道飞行, 飞行速率为 v_0 , 如图 8a 所示, 飞船现在 A 点, 船长想用增大切向速率的办法把轨道改变为经过 B 点的椭圆形, B 点到行星中心的距离为 $3R_0$, 试求:

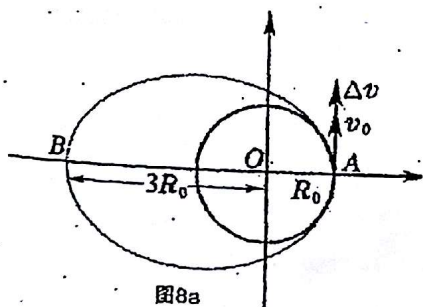


图8a

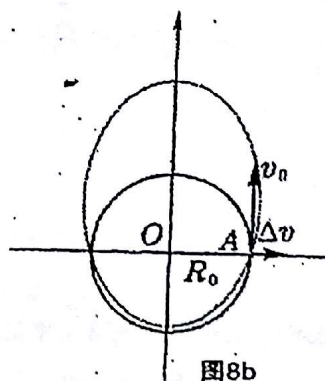


图8b

- (1) 飞船在 A 点的速率必须增到多少? (5 分)
- (2) 从 A 到 B 的航行要多少时间? (6 分)
- (3) 如图 8b 所示, 若飞船在 A 点不增加切向速率, 而是增加向外的径向速度分量, 使得飞船以后沿半长轴为 $\frac{4}{3}R_0$ 的椭圆运动, 试求飞船需获得的径向速度 Δv 是多少? (4 分)

(注意: 结果用 R_0 和 v_0 来表示)

