

2019 年全国中学生物理竞赛山西省预赛试卷

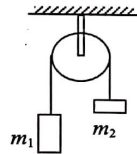
1-5		6		7		8		总分
9		10		11		12		
13		14		15		16		

本卷 16 题，满分 200 分。

得分	阅卷	复核

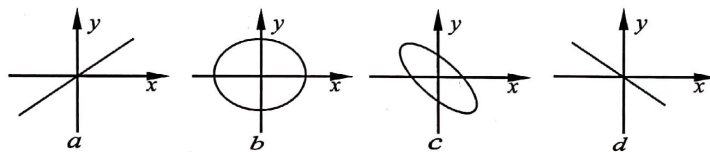
一、选择题. 本题共 5 小题, 每小题 6 分. 在每小题给出的 4 个选项中, 有的小题只有一项符合题意, 有的小题有多项符合题意. 把符合题意的选项前面的英文字母写在每小题后面的括号内. 全部选对的得 6 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错或不答的得 0 分.

1. 如图所示, 一轻绳跨过一个定滑轮, 两端各系一质量分别为 m_1 和 m_2 的重物, 且 $m_1 > m_2$. 滑轮质量及轴上摩擦均不计, 此时重物的加速度的大小为 a . 今用一竖直向下的恒力 $F = m_1 g$ 代替质量为 m_1 的物体, 可得质量为 m_2 的重物的加速度为的大小 a' , 则



- A. $a' = a$ B. $a' < a$ C. $a' > a$ D. 不能确定 []

2. 一质点同时参与两个相互垂直方向上的简谐运动, 已知 x 方向的运动方程为 $x = A \sin \omega t$, y 方向的运动方程为 $y = A \sin(\omega t + \varphi_0)$, 其中 A 为振幅, ω 为角频率, φ_0 为初位相. 图 a 、 b 、 c 、 d 描述了质点运动的轨迹, 下列说法正确的是



- A. a 描述了当 $\varphi_0 = 0$ 时质点的运动轨迹 B. b 描述了当 $\varphi_0 = \frac{\pi}{2}$ 时质点的运动轨迹
C. c 描述了当 $\varphi_0 = \pi$ 时质点的运动轨迹; D. d 描述了当 $\varphi_0 = \frac{3}{2}\pi$ 时质点的运动轨迹 []

3. 设有两个处于静止状态的电子 e_1 和 e_2 , 分别受到 200 伏特和 50 伏特的电势差作用后, 进入同一磁场区域, 若磁场方向与电子运动方向垂直, 且 $B = 1.0$ 特斯拉, 则电子 e_1 和 e_2 的运动速度之比是

- A. $\frac{1}{4}$; B. 2; C. 4; D. $\sqrt{2}$. []

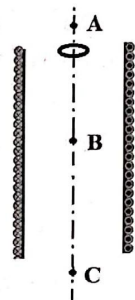
4. 下边说法中正确的是

- A. 在温度为 20 摄氏度, 压强为 1 个标准大气压时, 一定量的水蒸发为同温度的水蒸气, 在此过程中, 它所吸收的热量等于其内能的增量
B. 水在 0 摄氏度时密度最大
C. 地球表面 1m^2 面积所受的大气压力, 其大小等于这 1m^2 表面单位时间内受上方做热动的空气分子对它的冲量加上这 1m^2 以上的大气的质量
D. 一个绝热容器中盛有气体, 假设把气体中分子速率很大 (如大于 v_1) 的分子全部取走, 则气体的温度会下降, 但是此后气体中仍然会出现速率大于 v_1 的分子 []

5. 一螺线管铅直放置, 通有恒定的直流电流。螺线管正上方有一重导电圆环, 其轴线与螺线管轴线重合, 沿螺线管轴线竖直下落, 下落过程中圆环面保持水平。则圆环经过图中 A、B、C 三点时的加速度大小为

- A. $a_A < a_B < a_C$ B. $a_A < a_C < a_B$
C. $a_C < a_A < a_B$ D. $a_B < a_A < a_C$

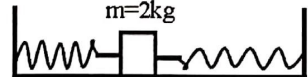
[]



二、填空题. 把答案填在题中的横线上. 只要给出结果, 不需要写出求得结果的过程.

得分	阅卷	复核

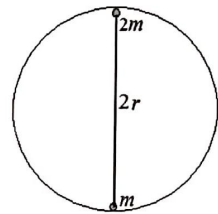
6 (10 分) 如图所示, 一小物体与两个弹簧连接, 小木块质量为 2kg, 将其从平衡位置拉开后, 在光滑水平面上沿直线振动, 其振动周期为 $\frac{\pi}{6}$ 秒。将小木块从平衡位置拉开



2cm, 所需的力为_____。

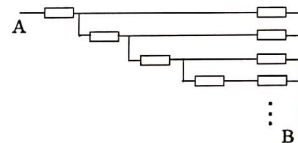
得分	阅卷	复核

7 (10 分) 如图, 一个质量为 $2m$ 的小球和一个质量为 m 的小球, 用长度为 $2r$ 的轻杆连在一起, 两个球都限制在半径为 r 的光滑圆形竖直轨道上, 轨道固定于地面。初始时刻, 轻杆竖直, 且质量为 $2m$ 的小球在上方; 此时, 受扰动两球开始运动, 当质量为 $2m$ 的球运动到轨道最低点时, 速度为_____。



得分	阅卷	复核

8 (10 分) 考虑如图所示的电阻网络, 其中, 所有的电阻阻值相等且均为 R , 网络无限延伸下去, 则 A 和 B 之间的电阻值为_____。

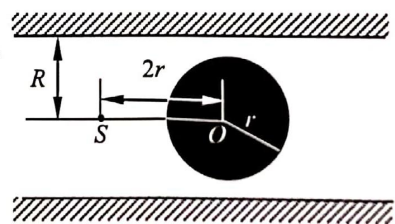


得分	阅卷	复核

9 (10 分) 地球上的能量从源头上说来自太阳辐射到达地面的太阳辐射 (假定不计大气对太阳辐射的吸收), 一部分被地球表面反射到太空, 其余部分被地球吸收。被吸收的部分最终转换为地球热辐射 (红外波段的电磁波)。热辐射在向外传播过程中, 其中一部分会被温室气体反射回地面, 地球以此方式保持了总能量平衡。作为一个简单的理想模型, 假定地球表面的温度处处相同, 且太阳和地球的辐射都遵从斯忒藩-玻尔兹曼定律: 单位面积的辐射功 J 与表面的热力学温度 T 的四次方成正比, 即 $J = \sigma T^4$, 其中 σ 是一个常量。已知太阳表面温度为 T_s , 太阳半径为 R_s , 地球到太阳的平均距离为 d 。假设温室气体在大气层中集中形成一个均匀的薄层, 并设它对地球热辐射能量的反射率为 β 。如果地球表面对太阳辐射的平均反射率为 α , 试问考虑了温室气体对热辐射的反射作用后, 地球表面的温度是_____。(题中所给各物理量单位均为国际单位制单位)

得分	阅卷	复核

10 (10 分) 如图所示, 一圆筒内半径为 R , 该筒内壁只能反射光线而不会吸收光。在圆筒轴线上有一点光源 S, 现在点光源 S 右侧放置一半径为 r 的只吸收而不反射光的黑球, 黑球球心位于圆筒轴线上, 与 S 相距为 $2r$ 。若使点光源向右半边发出的光最后被黑球全部吸收, 则黑球的半径 r 最小为_____。



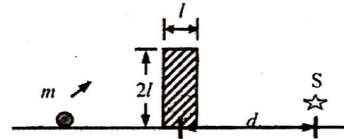
三、计算题. 计算题的解答应写出必要的文字说明, 方程式和重要的演算步骤, 只写出最后结果的不能得分. 有数值计算的, 答案中必须明确写出数值和单位.

得分	阅卷	复核

11. (20分) 有一宽为 l 、高为 $2l$ 的墙壁, 如图所示. 现从墙壁左侧地面发射一个质量为 m 的小球 (可视为质点), 使小球越过墙壁, 击中墙壁右侧地面上的目标 S . 目标 S 与墙壁的中心线距离为 d . 不考虑空气阻力.

(1) 小球有最小动能时, 发射点与墙面中心线的距离为多少? 小球能够击中 S 的最小初始速度与地面的夹角 θ 为多少?

(2) 若不需击中 S , 仅要求小球能够越过墙壁, 求小球发射的最小动能, 以及初始动能最小时发射点与墙面中心线的距离为多少?



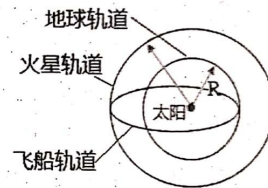
得分	阅卷	复核

12. (20分) 地球的公转半径为 R , 火星的公转半径约为 $1.5R$, 地球与火星的公转轨道均可近似为圆形. 现从地球上发射一颗去往火星的飞行器, 这颗飞行器的轨道是一个围绕太阳运行的椭圆轨道, 其近日点在地球轨道上, 远日点在火星轨道上, 如图所示. 飞行器在轨期间, 不考虑除太阳外,

其他天体对其的引力.

(1) 已知地球质量为 m , 太阳质量为 M , 地球半径为 r_0 , 忽略地球自转, 则该飞行器从地面起飞时需具有的速度.

(2) 该飞行器从地球轨道到达火星轨道所需时间.



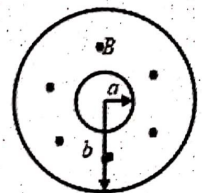
得分	阅卷	复核

13. (20分) 一同轴圆柱形电容器, 如图所示, 内外柱体的半径分别为 a, b . 外圆柱体相对于内圆柱体具有正电势 U . 外圆柱体为阳极, 内圆柱体为阴极. 在所涉及的空间内存在匀强磁场, 磁感应强度为 B , 磁场与圆柱体的中心轴平行. 有电子 (质量为 m , 带电量为 $-e$) 从阴极逸出, 初速度为 v_0 , 方向垂直于圆柱体中心轴. 忽略阴极和阳极的感应电荷及电子运动时的相对论效应.

(1) 电子相对于圆柱体中心轴的角动量为 L , 经分析 $L - keBr^2$ 为一守恒量, 其中 k 为常数, r 为电子到中心轴的距离. 试确定 k 的值.

(2) 若 $U = 0$ 时, 当磁感强度 B 超过某一临界值 B_c 时, 电子将不能到达阳极, 求此 B_c .

(3) 若 $U \neq 0$ 时, 调节 B 到达一临界值 B_c , 使得无初速度逸出电子不能到达阳极. 求此 B_c .



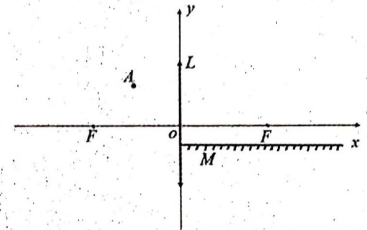
得分	阅卷	复核

14. (20分) 在某处固定一个电量为 Q 的点电荷, 在其正下方 h 处有一个原子。在点电荷产生的电场(场强为 E)作用下, 原子的负电荷中心与正电荷中心会分开很小的距离 l , 形成电偶极子。描述电偶极子特征的物理量称为电偶极矩 p , $p=ql$, 这里 q 为原子核的电荷。实验显示, $p=aE$, a 为原子的极化系数, 反映其极化的难易程度。被极化的原子与点电荷之间产生作用力 F 。

- (1) F 是吸引力还是排斥力? 简要说明理由;
- (2) 若固定点电荷的电荷量增加一倍, 力 F 如何变化, 即求 $\frac{F_{(2Q)}}{F_{(Q)}}$ 的值;
- (3) 若原子与点电荷间的距离减小一半, 力 F 如何变化, 即求 $\frac{F_{(h/2)}}{F_{(h)}}$ 的值。

得分	阅卷	复核

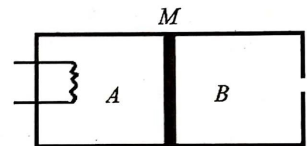
15. (20分) 如图所示, 焦距为 12cm 的凸透镜 L 与平面镜 M 组成一光学系统。以凸透镜光心为坐标原点, 凸透镜主轴所在直线为 x 轴, 向右为正方向, 建立一直角坐标系, 则平面镜的位置可表示为 $y_M = -3\text{cm}$, $x_M > 0$ 。一发光点 A 位于 $x_A = -6\text{cm}$, $y_A = 5\text{cm}$ 处, 从平面镜中可看到 A 的像点 A' 。



- 1) 写出用作图法确定像点 A' 位置的步骤。
- 2) 求像点 A' 的坐标。

得分	阅卷	复核

16. (20分) 如图所示, 可自由移动的绝热活塞 M 将一气缸分为体积相等的 A、B 两室, 气缸壁绝热。A 室中封闭有 1 摩尔的理想气体, 在 A 内有一电阻丝可对气体缓慢加热。B 室右端开一小孔与大气连通。初态时活塞处于平衡状态, 且 A、B 两室体积均为 V_0 , 现对 A 室气体缓慢加热, 若电阻丝提供的总热量为 Q , 求 A 室内气体末态的体积和温度。(已知 1mol A 室中气体在绝对温度为 T 时的内能 $U = \frac{3RT}{2}$, R 为普适气体常量, 大气压强为 P_0 , 电阻丝和活塞的热容量可忽略)



自主招生在线创始于 2014 年，是专注于自主招生、学科竞赛、全国高考的升学服务平台，旗下拥有网站和微信两大媒体矩阵，关注用户超百万，用户群体涵盖全国 90% 以上的重点中学老师、家长和考生，引起众多重点高校的关注。

如需第一时间获取相关资讯及备考指南，请关注自主招生在线官方微信号：zizzsw。



微信扫一扫，快速关注