

# 复旦大学 物理学系

## 2022 ~ 2023 学年第 1 学期期末考试试卷

☒ A 卷    ☐ B 卷    ☐ C 卷

课程名称: 大学物理学 B (上)    课程代码: PHYS120013.

开课院系: 物理学系    考试形式: 开卷 / 半开卷 (开卷/半开卷: 除可带 A4 小抄壹张外, 其他任何纸质版或电子版资料不能出现在桌面或电脑屏幕上。)

姓名: \_\_\_\_\_ 学号: \_\_\_\_\_ 专业: \_\_\_\_\_

提示: 请同学们秉持诚实守信宗旨, 谨守考试纪律, 摒弃考试作弊。学生如有违反学校考试纪律的行为, 学校将按《复旦大学学生纪律处分条例》规定予以严肃处理。

|    |   |    |    |    |   |   |   |   |    |
|----|---|----|----|----|---|---|---|---|----|
| 题号 | 1 | 2  | 3  | 4  | 5 | 6 | 7 | 8 | 总分 |
| 得分 |   |    |    |    |   |   |   |   |    |
| 题号 | 9 | 10 | 11 | 12 | / | / | / | / |    |
| 得分 |   |    |    |    |   |   |   |   |    |

(可能用到的物理常数(除题目特别说明外):  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ 、 $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ 、 $R = 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 、 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$ )

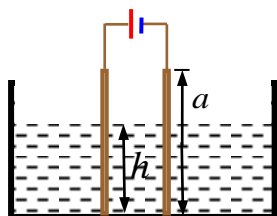
1. (8 分) 一名工人不小心释放了 150kg 的包裹, 它原本是停在一个与水平面成  $30^\circ$  角, 长度为 4m 的滑道的顶端, 包裹与滑道, 以及包裹与水平地面的滑动摩擦系数都为 0.1, 试求 (重力加速度  $g$  取作  $10 \text{ m/s}^2$ ):
- (1) 包裹滑到滑道底端时的速度为多少?
  - (2) 包裹在水平面上滑动多远?
  - (3) 如果包裹的质量减半, 其它条件不变, 上述两个结果有何变化?

2.(6分) 一物体沿斜面向上运动,经过时间  $t$  后与出发点的距离为  $x = 3t - t^2$  (SI)。

求:

- (1) 物体的初速度;
- (2) 物体的加速度;
- (3) 物体何时开始下滑。

3.(10分) 一种利用电容器控制绝缘油液面的装置示意如图如下, 平行板电容器的极板插入油中, 极板与电源以及测量用电子仪器相连. 当液面高度变化时, 电容器的电容值发生改变, 使电容器产生充放电, 从而控制电路工作. 已知极板的高度为  $a$ , 油的相对电容率为  $\epsilon_r$ , 试求: 此电容器等效相对电容率与液面高度  $h$  的关系.



4.(8分) 一个半径为  $R = 1\text{m}$  的圆盘可以绕水平轴自由转动, 将一轻绳绕在圆盘边缘, 其自由端系着一物体 (质量为 1 千克), 绳与盘无相对滑动, 忽略其它阻力, 在重力作用下, 物体从静止起匀加速下降, 在 2s 时间内下降了 0.4m, 试求:

- (1) 物体开始下降到 3s 末时盘边缘上任意一点的切向和法向加速度?
- (2) 圆盘的转动惯量  $J$ 。

5.(8分) 在介电常数为  $\epsilon_r$  的无限大均匀电介质中, 有一半半径为  $R$  的导体球, 导体球带电量为  $Q$ , 求静电场的能量。

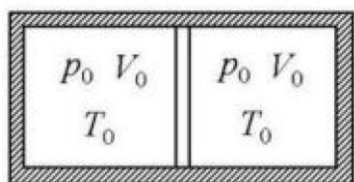
6.(8分) 一宇宙飞船 ( $S'$  系) 从地球 ( $S$  系) 出发, 以速率  $v = 0.8c$  匀速飞向某类地行星. 设该行星到地球的距离为  $l$ , 且飞船飞离地球的时间为  $t = t' = 0$ 。试求:

- (1) 从地球和飞船上的钟来看, 飞船到达类地行星的时间分别是多少?
- (2) 飞船到达行星后立即向地球发送无线电信号, 从地球和飞船上的钟来看, 地球接收到无线电信号的时间分别是多少?

7.(10分) 一电偶极子的电偶极矩  $\vec{p}$  的方向与一均匀电场  $\vec{E}$  的方向相平行, 当将它转到与电场方向反平行时, 外力做功 0.02 J. 问当此电偶极子的电偶极矩方向与电场方向成 45 度角时, 作用于此电偶极子的力矩大小为多少?

8. (10 分) 如图所示, 用绝热壁做成一圆柱形的容器。在容器中间放置一无摩擦的、绝热的可动活塞。活塞两侧各有  $\nu \text{ mol}$  的同种理想气体, 开始状态均为  $p_0$ 、 $V_0$ 、 $T_0$ 。设气体摩尔定体热容  $C_{V,m}$  为常量, 热容比为  $\gamma=1.5$ 。将一通电线圈放到活塞左侧气体中, 对气体缓慢加热, 左侧气体膨胀同时通过活塞压缩右侧气体, 最后使右侧气体压强增为  $27p_0/8$ 。求:

- (1) 活塞对右侧气体做的功;
- (2) 右侧气体的终态温度;
- (3) 左侧气体的终态温度;
- (4) 左侧气体吸收的热量。

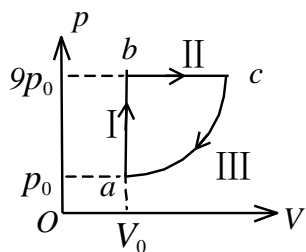


9. (8 分) 假定  $N$  个粒子的速率分布函数为

$$f(v) = \begin{cases} Av^2 & 0 < v \leq v_m \\ 0 & v > v_m \end{cases}$$

- (1) 用  $v_m$  定出常数  $A$ ;
- (2) 分子的平均速率;
- (3) 分子的方均根速率。

10. (10 分)  $1 \text{ mol}$  氦气, 经历如图所示的可逆循环, 连接  $ac$  两点的曲线 III 的方程为  $p = p_0(V/V_0)^2$ ,  $a$  点的温度为  $T_0$ , (1) 试以  $T_0$ 、普适气体常量  $R$  表示 I、II、III 过程中气体吸收的热量; (2) 求此循环的效率。



11. (8 分) 有两块平行板, 面积各为  $100 \text{ cm}^2$ , 板上分别带有  $8.9 \times 10^{-7} \text{ C}$  等值

异号电荷，两板间充以电介质，已知介质内部场强为  $1.4 \times 10^6 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$ ，求：

- (1) 介质的相对介电常数；
- (2) 介质表面上的极化面电荷  $Q'$ 。

12. (6 分) 汽缸内有  $1 \text{ mol}$  氦气，初始温度为  $27^\circ \text{C}$ ，体积为  $20 \text{ L}$ ，先将氦气等压膨胀，直至体积加倍，然后绝热膨胀，直至回复初温为止。把氦气视为理想气体，试求：

- (1) 在  $p-V$  图上大致画出气体的状态变化过程；
- (2) 在这过程中氦气吸热多少？
- (3) 氦气的内能变化多少？
- (4) 氦气所作的总功是多少？(普适气体常量  $R = 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )