

いつまでも いつまでも..
離れない 離れないで..

FreshSolution: 清新の试题解析模板

Xia Mingyu, Hangzhou Dianzi University

November 10, 2023, Version 0.1a

FreshSolution 模板简介

FreshSolution 模板致力于打造一系列清新、淡雅的模板，用于各大高校排版高等数学、大学物理或其他专业课的试题解析。本文将介绍本模板的一些设置内容以及基本使用方法。如果您有其他问题，建议或者意见，欢迎在 [GitHub](#) 上提交 issues 或者邮件联络，共享您的 ideas。

本模板基于 [Elegant \$\text{\LaTeX}\$](#) 开发，标题背景的设计思路参考了 [VividBook](#) 的设计方案，在此对两个模板作者先前的工作表示感谢。

此模板原为本人为所在学校的公共基础课制作《大学物理》的历年试题解析的文档，最初使用 [Elegant \$\text{\LaTeX}\$](#) 排版，后根据本人需要做出诸多调整，最终发展到了现在的解析模板。当然，这是此模板「出道」的第一个版本，还存在诸多不足与功能的缺失，望大家多多提出宝贵的意见与建议。

作者的联系方式如下，建议加入用户 QQ 群提问，这样能更快获得准确的反馈。

 xiamyphys@gmail.com

 760570712

 <https://github.com/sxiamyphy/FreshSolution.git>

 物理問題作

🔗 关于作者

- 钱江北岸某不知名高校光电专业大三在读生
- 60% 物理 +30% 数学 +9% 骑行圈 +1% \LaTeX
- 土生土长的东北银儿，开口说话苞米碴子味～
- ? 闲没事喜欢哼上一首 Ado 的歌
- ...



🔗 模板内容介绍

章节标题背景设置

在 FreshSolution.tex 文件中使用 chapterimage 命令后，其后方所有 input 命令插入的 cha 文件夹中各章节的 tex 的标题背景将都是此背景，直至下一个 chapterimage 出现才会变为新的背景，以此类推。

解析设置

本模板提供两种解析模式，分别为 answer=ans 和 answer=noans，默认选项为 ans。在启动 noans 模式后，将掩盖解答 Solution 环境中所有的内容，便于用户导出无解析的试题。

为提高效率，针对选择题解析增加命令\sokka{}（sokka 是日语「そっか」的罗马音，意思是“原来如此”），变量内填写对应字母，就会输出“故本题选择 {} 项。”如\sokka{B}输出为“故本题选择 **B** 项。”

```
\begin{solution}
```

由高斯定理，通过 SS 面的电通量为 $\frac{q}{\epsilon_0}$ ； SS 面上各点的场强由 $+q$ 和 $-q$ 所激发.\sokka{D}

```
\end{solution}
```

解答

由高斯定理，通过 S 面的电通量为 $\frac{q}{\epsilon_0}$ ； S 面上各点的场强由 $+q$ 和 $-q$ 所激发. 故本题选择 **D** 项。

选择题环境

选择题环境共包含两个选项，第一个为本题答案，第二个为本题考点，代码示例如下所示。

```
\begin{choice}{D}{高斯定理}
```

这是题目.

```
\begin{tasks}(2)% (2)表示每行两个选项
```

```
\task 这是A选项
```

```
\task 这是B选项
```

```
\task 这是C选项
```

```
\task 这是D选项
```

```
\end{tasks}
```

```
\end{choice}
```

题目 1

🔗 高斯定理

【 D 】

这是题目.

A. 这是 A 选项

B. 这是 B 选项

C. 这是 C 选项

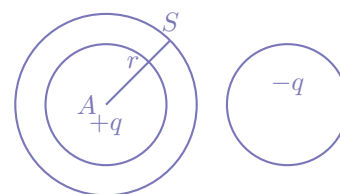
D. 这是 D 选项

题目 2

高斯定理 【 D 】

A 和 B 为两个均匀带电球体, A 带电荷 $+q$, B 带电荷 $-q$, 作一与 A 同心的球面 S 为高斯面, 如图所示. 则

- A. 通过 S 面的电场强度通量为零, S 面上各点的场强为零.
- B. 通过 S 面的电场强度通量为 $\frac{q}{\varepsilon_0}$, S 面上各点的场强为 $E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r} \mathbf{b}$
- C. 通过 S 面的电场强度通量为 $-\frac{q}{\varepsilon_0}$, S 面上各点的场强为 $E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$
- D. 通过 S 面的电场强度通量为 $\frac{q}{\varepsilon_0}$, 但是 S 面上各点的场强不能直接由高斯定理求出.



试题环境

与选择题环境有少许不同, 两个选项分别为分数与考点, 题号计数器和选择题共用, 代码示例如下所示.

```
\begin{exercise}{5}{考点1, 考点2, .....}
```

```
这是试题.
```

```
\end{exercise}
```

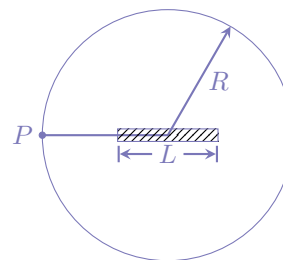
题目 3 (本题 5 分) 考点 1, 考点 2,

这是试题.

题目 4 (本题 6 分)

高斯定理, 场强计算

一均匀带电直导线长为 d , 电荷线密度为 $+\lambda$. 过导线中点 O 作一半径为 R ($R > \frac{d}{2}$) 的球面 S , P 为带电直导线的延长线与球面 S 的交点. 则通过该球面的电场强度通量 $\Phi_e = \frac{\lambda d}{\varepsilon_0}$, 带电直线的延长线与球面交点 P 处的电场强度的大小为 $\frac{\lambda d}{4\pi\varepsilon_0(R^2 - d^2/4)}$, 方向沿矢径 OP .



字体设置

本模板全局选项中支持 `mtpro2` 字体, 用户电脑安装该字体后方可使用.

页码设置

全局选项中支持“seperate”与“continuous”两个选项, 前者为每章节开始时页码计数器重置为 1, 后者则页码连续. 缺省值为 `seperate`.

分栏排版示例

题目 5 (本题 8 分)

场强计算

一半径为 R 的带电球体, 其电荷体密度分别为

$$\begin{cases} \rho = \frac{qr}{\pi R^4} & (r \leq R) \\ \rho = 0 & (r > R) \end{cases}$$

其中 q 为一正的常量. 试求

1. 带电球体的总电荷;
2. 球内、外各点的电场强度.

解答

1.

$$\begin{aligned} Q &= \iiint \rho \, dV \\ &= \int_0^R \frac{qr}{\pi R^4} 4\pi r^2 \, dr = q \end{aligned}$$

2 分别取 $r < R$ 和 $r \geq R$ 的高斯面.

由高斯定理

$$E \cdot 4\pi r^2 = \frac{\int_0^r \frac{qr}{\pi R^4} 4\pi r^2 \, dr}{\varepsilon_0}$$

$$E \cdot 4\pi r^2 = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

解得

$$E = \begin{cases} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{qr^2}{R^4} & r < R \\ \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{r^2} & r \geq R \end{cases}$$

いつまでも いつまでも..
離れない 離れないで..

排版示例：『大学物理学 1』期中试题解答

考试形式：闭卷，允许携带无存储功能的计算器入场

课程编号：299792458

考试时间：2023 年 11 月 10 日

任课教师：大学物理教学团队

选择题（每题 3 分，共 30 分）

题目 1

 加速度 【 D 】

某质点作直线运动的运动学方程为 $x = 6t - 2t^3 + 6$ (SI)，则该质点作

- A. 匀加速直线运动，加速度沿 x 轴正方向
- B. 匀加速直线运动，加速度沿 x 轴负方向
- C. 变加速直线运动，加速度沿 x 轴正方向
- D. 变加速直线运动，加速度沿 x 轴负方向

解答

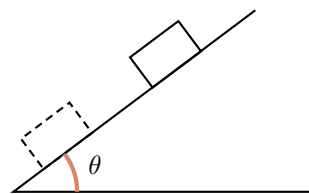
质点的加速度 $a = \frac{d^2x}{dt^2} = -12t$ (SI) < 0 . 故本题选择 **D** 项.

题目 2

 功 【 D 】

如图所示，木块 m 沿固定的光滑斜面下滑，当下降 h 高度时，重力做功的瞬时功率是

- A. $mg\sqrt{2gh}$
- B. $mg \cos \theta \sqrt{2gh}$
- C. $mg \sin \theta \sqrt{\frac{1}{2}gh}$
- D. $mg \sin \theta \sqrt{2gh}$



解答

下落高度 h 时，木块的速度大小 $v = \sqrt{2gh}$. 此时重力的功率

$$P = \mathbf{F} \cdot \mathbf{v} = mg \sin \theta \sqrt{2gh}$$

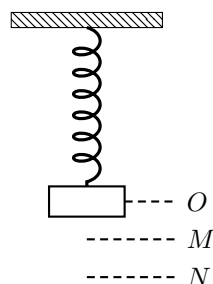
故本题选择 **D** 项.

题目 3

◆ 保守力 【 B 】

一物体挂在一弹簧下面，平衡位置在 O 点，现用手向下拉物体，第一次把物体由 O 点拉到 M 点，第二次由 O 点拉到 N 点，再由 N 点送回 M 点. 则在这两个过程中

- A. 弹性力做功相等，重力做功不相等
- B. 弹性力做功相等，重力做功也相等
- C. 弹性力做功不相等，重力做功相等
- D. 弹性力做功不相等，重力做功也不相等



解答

由于重力、弹簧弹力均为保守力，所以其做功与路径无关，只与始末位置有关. 故本题选择 **B** 项.

题目 4

◆ 动量守恒 【 D 】

一质量为 60kg 的人站在一条质量为 300kg ，且正以 2m/s 的速率向湖岸驶近的小船上，湖水是静止的，其阻力不计. 现在人相对于船以水平速率 v 沿船的前进方向向河岸跳去，该人起跳后，船速减为原来一半， v 应为

- A. 2m/s
- B. 3m/s
- C. 5m/s
- D. 6m/s

解答

由于湖水阻力不计，所以人和船组成的系统在水平方向上动量守恒，即

$$(300\text{kg} + 60\text{kg}) \times 2\text{m/s} = 60\text{kg} \times (v + 1)\text{m/s} + 300\text{kg} \times 1\text{m/s}$$

解得 $v = 6\text{m/s}$. 故本题选择 **D** 项.

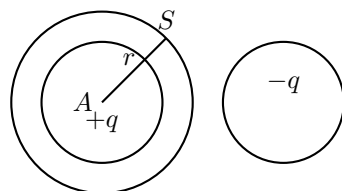
◆ ノート

题目中人相对于船以一水平速率 v 起跳，这时船速已经变为 1m/s . 因为在测得人此时相对于船的速度时，人的脚已经脱离船面，被人蹬完腿后船已经“免费”了. 所以此时人的绝对速度为 $(v + 1)\text{m/s}$.

题目 5

高斯定理 【 D 】

A 和 B 为两个均匀带电球体， A 带电荷 $+q$ ， B 带电荷 $-q$ ，作一与 A 同心的球面 S 为高斯面，如图所示。则



- A. 通过 S 面的电场强度通量为零， S 面上各点的场强为零。
- B. 通过 S 面的电场强度通量为 $\frac{q}{\varepsilon_0}$ ， S 面上各点的场强为 $E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$
- C. 通过 S 面的电场强度通量为 $-\frac{q}{\varepsilon_0}$ ， S 面上各点的场强为 $E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$
- D. 通过 S 面的电场强度通量为 $\frac{q}{\varepsilon_0}$ ，但是 S 面上各点的场强不能直接由高斯定理求出。

解答

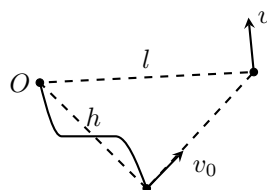
由高斯定理，通过 S 面的电场强度通量为 $\frac{q}{\varepsilon_0}$ ； S 面上各点的场强由 $+q$ 和 $-q$ 所激发。故本题选择 D 项。

❧ 填空题（每空 2 分，共 24 分）

题目 6（本题 2 分）

角动量守恒

一根长为 l 的细绳的一段固定于光滑水平面上的 O 点，另一端系一质量为 m 的小球，开始时绳子是松弛的，小球与 O 点的距离为 h 。使小球以某个初速率沿该光滑水平面上一直线运动，该直线垂直于小球初始位置与 O 的连线。当小球与 O 点的距离达到 l 时，绳子绷紧而使小球沿着另一个以 O 点为圆心的圆形轨道运动，则小球作圆周运动时的动能 E_k 与初动能 E_{k_0} 的比值 $\frac{E_k}{E_{k_0}} = \frac{h^2}{l^2}$ 。



解答

由于绳子绷紧后拉力始终指向 O 点，故小球对 O 点角动量守恒

$$mv_0 h = mvl$$

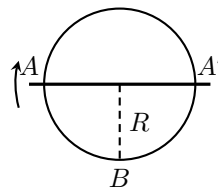
由于动能和速度平方成正比，所以动能之比为

$$\frac{E_k}{E_{k_0}} = \frac{v^2}{v_0^2} = \frac{h^2}{l^2}$$

题目 7（本题 4 分）

转动定律，圆周运动

如图所示，一质量为 m 、半径为 R 的薄圆盘，可绕通过其一直径的光滑固定轴 AA' 转动，转动惯量 $I = \frac{mR^2}{4}$ 。该圆盘从静止开始在恒力矩 M 作用下转动， t 秒后位于圆盘边缘上与轴 AA' 的垂直距离为 R 的 B 点的切向加速度 $a_\tau = \frac{4M}{mR}$ ，法向加速度 $a_n = \frac{16M^2t^2}{m^2R}$ 。



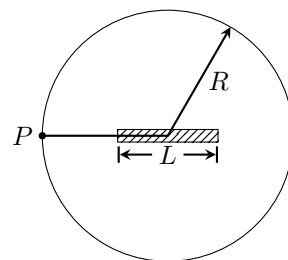
解答

由转动定律得圆盘的角加速度 $\beta = \frac{M}{I} = \frac{4M}{mR^2}$ 。则 B 点切向加速度为 $a_\tau = \beta R = \frac{4M}{mR}$ ； t 秒后圆盘的角速度 $\omega = \beta t = \frac{4M}{mR^2}t$ ， B 点的法向加速度为 $a_n = \omega^2 R = \frac{16M^2t^2}{m^2R}$ 。

题目 8（本题 6 分）

高斯定理，场强计算

一均匀带电直导线长为 d ，电荷线密度为 $+\lambda$ 。过导线中点 O 作一半径为 R ($R > \frac{d}{2}$) 的球面 S ， P 为带电直导线的延长线与球面 S 的交点。则通过该球面的电场强度通量 $\Phi_e = \frac{\lambda d}{\epsilon_0}$ ，带电直线的延长线与球面交点 P 处的电场强度的大小为 $\frac{\lambda d}{4\pi\epsilon_0(R^2 - d^2/4)}$ ，方向沿矢径 OP 。



解答

本题第一空考查高斯定理的概念；第二空对带电元 $x \sim x + dx$ 的一段线元，其电荷量 $dq = \lambda dx$ ，与 P 点的距离为 $R - x$ ，在 P 处产生的场强大小为 $dE = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{(R - x)^2}$ ，对其积分得

$$E = \int_{-d/2}^{d/2} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda dx}{(R - x)^2} \\ = \frac{\lambda d}{4\pi\epsilon_0(R^2 - d^2/4)}$$

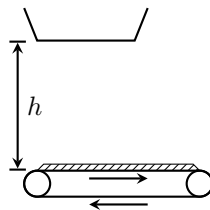
方向水平向左（沿矢径 OP ）。

计算题 (共 46 分)

题目 9 (本题 5 分)

冲量与动量定理

如图所示, 传送带以 3m/s 的速率水平向右运动, 砂子从高 $h = 0.8\text{m}$ 处落到传送带上, 即随之一起运动. 求传送带给砂子的作用力方向 ($g = 10\text{m/s}^2$)



解答

质量为 dm 的砂子在接触传送带前的速度为 $v = \sqrt{2gh}$, 方向竖直向下.

$$\vec{p} = -\sqrt{2gh} dm \vec{j} = -4\text{m/s} dm \vec{j}, \quad \vec{p}' = 3\text{m/s} \cdot dm \vec{i}$$

砂子的动量变化为

$$\Delta \vec{p} = \vec{p}' - \vec{p} = 3\text{m/s} dm \vec{i} + 4\text{m/s} dm \vec{j}$$

由动量定理, 砂子所受传送带的作用力方向与砂子的冲量变化方向相同 (不考虑重力), 其夹与水平面的夹角为

$$\tan \theta = \frac{\sqrt{2gh} dm}{3\text{m/s} dm} = \frac{\sqrt{2gh}}{3} = \frac{4}{3}, \quad \theta = \arctan \frac{4}{3} = 53^\circ$$

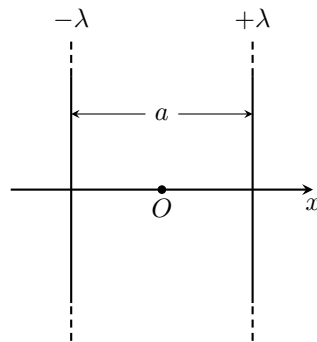
方向斜向上.

题目 10 (本题 10 分)

场强计算

真空中两条平行的“无限长”均匀带电直线相距为 a , 其电荷线密度分别为 $-\lambda$ 和 $+\lambda$. 试求

1. 在两直线构成的平面上, 两线间任一点的电场强度 (选 Ox 轴如图所示, 两线的中点为原点).
2. 两带电直线上单位长度之间的相互吸引力.



解答

1. 根据无限长均匀带电直线在线外离直线距离 r 处的场强表达式, x 处的场强由 $-\lambda$ 和 $+\lambda$ 的带电直线所产生

$$E = -\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0(x + a/2)} + \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0(a/2 - x)} = \frac{2a\lambda}{\pi\epsilon_0(a^2 - 4x^2)}$$

2. 单位长度间相互吸引力即一条直线直线在另一条直线所产生的电场中的受力大小, 即 $F = \lambda E = \frac{\lambda^2}{2\pi\epsilon_0 a}$.