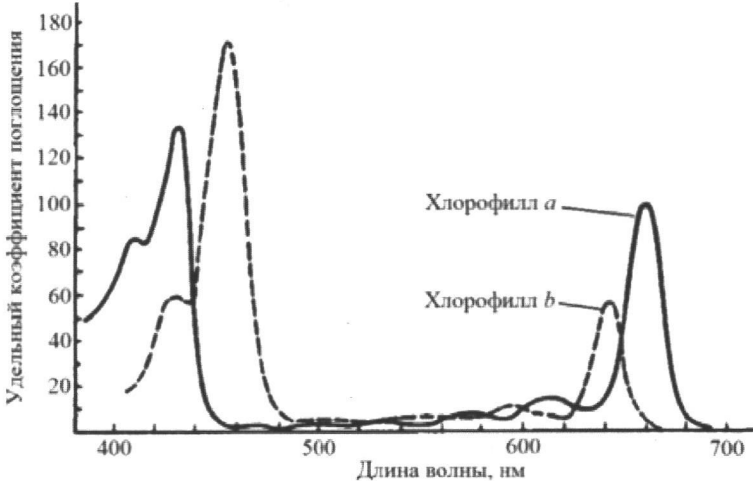


ЗАДАЧА № 3

В лесу, вдали от населенных пунктов, у инженера разрядился аккумулятор. Однако рядом оказался водопад высотой 10 м. У инженера нашелся моток медной проволоки длиной 35 м, постоянный магнит, создающий магнитное поле с $B=0.1$ Тл и имеющий длину 20 см, колесо с лопастями диаметром 1 м, а также несколько полупроводниковых диодов. Каким образом из этих подручных средств инженер может собрать устройство для зарядки аккумулятора? Какое максимальное значение напряжения на выходе устройства можно получить, если никакие потери не учитывать? Нарисуйте схему устройства.

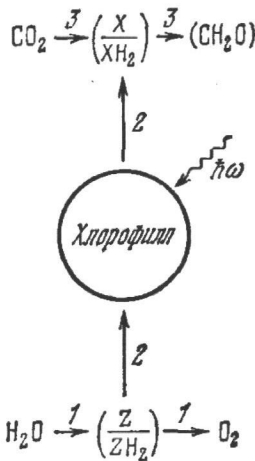
ЗАДАЧА № 4

Фотосинтез в зеленых растениях определяет существование всех высших форм жизни на Земле, поскольку именно в результате этого процесса получается атмосферный кислород. При этом для образования одной молекулы кислорода из одной молекулы воды и одной молекулы углекислого газа требуется 8 фотонов. Интересен вопрос, насколько фотосинтез эффективен для самой клетки, сколько энергии она может получить в результате этого процесса. Считая, что поглощение энергии происходит только вблизи максимума в красной области, оцените для хлорофилла b коэффициент полезного действия протекания фотосинтеза. Используйте схему фотосинтеза и график коэффициента поглощения хлорофилла, приведенные на рисунках.



Стандартные энтальпии ΔH образования веществ даны в таблице.

Вещество	ΔH , кДж/моль
CO_2	-393.51
H_2O	-285.83
CH_2O	-115.9
O_2	0



ЗАДАЧА № 5

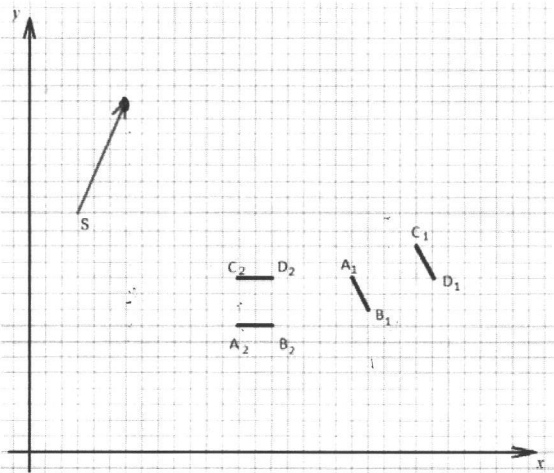
Программируемый дрон, имеющий скорости V_x и V_y по координатам x и y соответственно, стартует из точки S с координатами (x_0, y_0) . Цель дрона — пройти через определенные участки-ворота. Напишите программу, позволяющую дрону сделать это с учетом следующих условий:

- 1) За одну единицу времени дрон может изменять скорость по каждой из осей на 1, 0 или -1 (изменения по осям x и y могут быть разными).
- 2) Каждое ненулевое изменение скорости хотя бы по одной из координат уменьшает количество топлива на борту дрона на 1.

Программа должна выводить количество топлива, которое дрон затратит на прохождение всех участков и возвращение в исходную точку.

Замечание:

- 1) При прохождении «ворот» дрон может касаться стенок.
- 2) Все данные задачи – целые числа.
- 3) Количество ворот – не более 5.
- 4) Исходные данные для задачи записаны в файле, имеющем следующую структуру (числа в строках разделены запятой и пробелом):



№ строки	Структура файла	Описание
1	x_0, y_0	координаты начальной точки S
2	V_x, V_y	начальная скорость
3	n	количество ворот
4	$ax_1, ay_1, bx_1, by_1, cx_1, cy_1, dx_1, dy_1$	координаты ворот №1
5	$ax_2, ay_2, bx_2, by_2, cx_2, cy_2, dx_2, dy_2$	координаты ворот №2
...

Соответственно координаты ворот: $A_1(ax_1, ay_1)$, $B_1(bx_1, by_1)$ и т.п.

№ строки	Пример начальных данных
1	3, 10
2	4, 8
3	3
4	1, 2, 5, 6, 11, 12, 16, 17
5	18, 4, 12, 8, 23, 9, 17, 13
...	...

Примечание: программа должна содержать комментарии, объясняющие выполняемые действия. Отсутствие комментариев влечет за собой снижение получаемых за задачу баллов!



4409 60
3205

1	2	3	4	5	Σ
4	2	2	0	4	12

заполняется жюри!

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ
2018–2019**

заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

10-11 класс

Город, в котором проводится Олимпиада Санкт-Петербург

Дата 17.02.2019

Вариант Ω

ЗАДАЧА № 1

Для расщепления ядер урана-235 используют тепловые нейтроны с энергиями порядка 0.025 эВ. ($1\text{ эВ} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ — электрон-вольт, внесистемная единица измерения энергии). Такие нейтроны можно получить, затормозив быстрые нейтроны (с энергиями порядка 1 эВ) путем упругого столкновения с атомами различных элементов. Определите, во сколько раз уменьшится энергия быстрого нейтрона при столкновении с атомом углерода ^{12}C ?

Сколько таких столкновений должно произойти, чтобы быстрый нейтрон превратился в тепловой? Столкновения считать абсолютно упругими.

ЗАДАЧА № 2

Изотоп урана ^{235}U используется в качестве топлива в ядерных реакторах на медленных нейтронах. Однако в природе этот изотоп распространен мало по сравнению с основным изотопом ^{238}U . Поэтому для того, чтобы получить пригодное к использованию топливо, в природном уране искусственно повышают содержание изотопа ^{235}U — этот процесс называется обогащением. Предположим, что в одном цикле работы установки по обогащению урана: 1) 10 % от массы поступившего на вход урана идет в отходы (обедненный уран) и далее не используется; 2) 98 % от количества ядер ^{235}U на входе оказывается на выходе установки. Пусть вначале имелась тонна урана, состоящего из смеси изотопов ^{238}U и ^{235}U с содержанием последнего 1 %. После некоторого количества циклов работы установки содержание ^{235}U в оставшемся уране поднялось до 19.7 %.

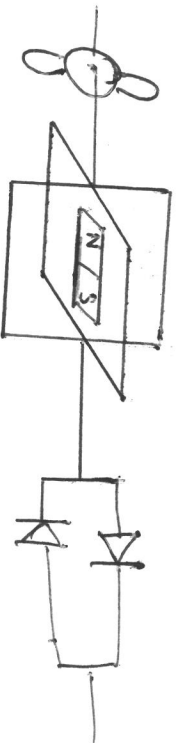
Каково содержание ^{235}U в общей массе отходов? Различием масс изотопов ^{238}U и ^{235}U пренебречь.

Вводные

Задача №3. Упростите

$$C_e = \frac{B \cdot S \cdot N \cdot \beta \cdot z}{\Delta t} = 0,1 \cdot 0,2 \cdot 18 \cdot 4,5 \cdot 2 \approx 2,34 \text{ B}$$

Но не забывай, когда ты пишешь ответ, не забудь про единицы, "зачекивай" себя. При температуре 200 K, когда вы пишете, вы должны убедиться, что вы не забыли:



Задача №5

1) Две машины движутся навстречу друг другу. Найти скорость каждой машины.

$$a_y \approx a_x; \quad \text{if } v_y > 0 \text{ then } a_y = -1; \quad \text{if } v_x > 0 \text{ then } a_x = -1; \quad \text{else } a_y = 1; \quad \text{else } a_x = 1$$

2) Машина движется по прямой. Найти скорость машины.

$$N_x = v_x; \quad N_y = v_y; \quad \text{if } v_x > v_y \text{ then } N_x = v_x \text{ else } N_x = v_y.$$

$$x_0 = x_0 + v_x + N_x + \frac{a_x \cdot N_x^2}{2}; \quad v_x = 0; \quad y_0 = y_0 + v_y + N_y + \frac{a_y \cdot N_y^2}{2}; \quad v_y = 0;$$

3) Задача. Найти скорость машины.

4) Две машины движутся навстречу друг другу. Найти скорость каждой машины.

$$N_x = N_x + 2; \quad x_0 = x_0 + R_x; \quad \text{if } a_x (a_{x1} - x_0) > a_x (a_{x2} - x_0) \text{ then } R_x = a_{x1} - x_0 \text{ else } R_x = a_{x2} - x_0;$$

5) Две машины движутся навстречу друг другу. Найти скорость каждой машины.

if $(DX[i] - x_0) > 0$ and $(BY[i] - y_0) \leq 0$ then $N := N + 1$ else $N := N + 2$;

$x_0 := x_0 + \frac{DX[i] - BY[i]}{2}$; $y_0 := y_0 + (BY[i] - CY[i])$

6) Определить а новую паровую го более no j ;

if $abs(a_{y[i]} - y_0) > abs(c_{y[i]} - y_0)$ then $R_y := a_{y[i]}$ go
else $R_y := c_{y[i]}$ go.

$N := N + 2$; $y_0 := y_0 + R_y$

7) Определить, по какой из подг. кубов более no y !

if $(DY[i] - y_0) \geq 0$ and $(BY[i] - y_0) \leq 0$ then $N := N$ else $N := N + 2$;

$y_0 := y_0 + \frac{DY[i] - BY[i]}{2}$; $x_0 := x_0 + (DX[i] - CY[i])$

8) ~~Определить~~ ~~по какой~~ ~~из~~ ~~подг.~~ ~~кубов~~ ~~более~~ ~~no~~ ~~y~~ ~~!~~
 $n := n - 1$ ~~является~~ ~~генер~~

5) Вывести все значения x_0 и y_0 за последние 10 итераций
write (N).



No Sn
 carbon
 present:

nitrogen 20
 18, 19, 20
 21, 22, 23
 24, 25, 26
 27, 28, 29
 30, 31, 32
 33, 34, 35
 36, 37, 38
 39, 40, 41
 42, 43, 44
 45, 46, 47
 48, 49, 50
 51, 52, 53
 54, 55, 56
 57, 58, 59
 60, 61, 62
 63, 64, 65
 66, 67, 68
 69, 70, 71
 72, 73, 74
 75, 76, 77
 78, 79, 80
 81, 82, 83
 84, 85, 86
 87, 88, 89
 90, 91, 92
 93, 94, 95
 96, 97, 98
 99, 100, 101
 102, 103, 104
 105, 106, 107
 108, 109, 110
 111, 112, 113
 114, 115, 116
 117, 118, 119
 120, 121, 122
 123, 124, 125
 126, 127, 128
 129, 130, 131
 132, 133, 134
 135, 136, 137
 138, 139, 140
 141, 142, 143
 144, 145, 146
 147, 148, 149
 150, 151, 152
 153, 154, 155
 156, 157, 158
 159, 160, 161
 162, 163, 164
 165, 166, 167
 168, 169, 170
 171, 172, 173
 174, 175, 176
 177, 178, 179
 180, 181, 182
 183, 184, 185
 186, 187, 188
 189, 190, 191
 192, 193, 194
 195, 196, 197
 198, 199, 200
 201, 202, 203
 204, 205, 206
 207, 208, 209
 210, 211, 212
 213, 214, 215
 216, 217, 218
 219, 220, 221
 222, 223, 224
 225, 226, 227
 228, 229, 230
 231, 232, 233
 234, 235, 236
 237, 238, 239
 240, 241, 242
 243, 244, 245
 246, 247, 248
 249, 250, 251
 252, 253, 254
 255, 256, 257
 258, 259, 260
 261, 262, 263
 264, 265, 266
 267, 268, 269
 270, 271, 272
 273, 274, 275
 276, 277, 278
 279, 280, 281
 282, 283, 284
 285, 286, 287
 288, 289, 290
 291, 292, 293
 294, 295, 296
 297, 298, 299
 300, 301, 302
 303, 304, 305
 306, 307, 308
 309, 310, 311
 312, 313, 314
 315, 316, 317
 318, 319, 320
 321, 322, 323
 324, 325, 326
 327, 328, 329
 330, 331, 332
 333, 334, 335
 336, 337, 338
 339, 340, 341
 342, 343, 344
 345, 346, 347
 348, 349, 350
 351, 352, 353
 354, 355, 356
 357, 358, 359
 360, 361, 362
 363, 364, 365
 366, 367, 368
 369, 370, 371
 372, 373, 374
 375, 376, 377
 378, 379, 380
 381, 382, 383
 384, 385, 386
 387, 388, 389
 390, 391, 392
 393, 394, 395
 396, 397, 398
 399, 400, 401
 402, 403, 404
 405, 406, 407
 408, 409, 410
 411, 412, 413
 414, 415, 416
 417, 418, 419
 420, 421, 422
 423, 424, 425
 426, 427, 428
 429, 430, 431
 432, 433, 434
 435, 436, 437
 438, 439, 440
 441, 442, 443
 444, 445, 446
 447, 448, 449
 450, 451, 452
 453, 454, 455
 456, 457, 458
 459, 460, 461
 462, 463, 464
 465, 466, 467
 468, 469, 470
 471, 472, 473
 474, 475, 476
 477, 478, 479
 480, 481, 482
 483, 484, 485
 486, 487, 488
 489, 490, 491
 492, 493, 494
 495, 496, 497
 498, 499, 500
 501, 502, 503
 504, 505, 506
 507, 508, 509
 510, 511, 512
 513, 514, 515
 516, 517, 518
 519, 520, 521
 522, 523, 524
 525, 526, 527
 528, 529, 530
 531, 532, 533
 534, 535, 536
 537, 538, 539
 540, 541, 542
 543, 544, 545
 546, 547, 548
 549, 550, 551
 552, 553, 554
 555, 556, 557
 558, 559, 560
 561, 562, 563
 564, 565, 566
 567, 568, 569
 570, 571, 572
 573, 574, 575
 576, 577, 578
 579, 580, 581
 582, 583, 584
 585, 586, 587
 588, 589, 590
 591, 592, 593
 594, 595, 596
 597, 598, 599
 600, 601, 602
 603, 604, 605
 606, 607, 608
 609, 610, 611
 612, 613, 614
 615, 616, 617
 618, 619, 620
 621, 622, 623
 624, 625, 626
 627, 628, 629
 630, 631, 632
 633, 634, 635
 636, 637, 638
 639, 640, 641
 642, 643, 644
 645, 646, 647
 648, 649, 650
 651, 652, 653
 654, 655, 656
 657, 658, 659
 660, 661, 662
 663, 664, 665
 666, 667, 668
 669, 670, 671
 672, 673, 674
 675, 676, 677
 678, 679, 680
 681, 682, 683
 684, 685, 686
 687, 688, 689
 690, 691, 692
 693, 694, 695
 696, 697, 698
 699, 700, 701
 702, 703, 704
 705, 706, 707
 70

$$\left(\frac{98}{90}\right)^n = 19.7 \quad ; \quad \left(\frac{45}{45}\right)^n = 19.7 \quad ; \quad n = \log_{\frac{45}{45}} 19.7$$

Kacca χ^2_{235} , no 50 pua nava ges 6 0.591.
 ypan Syper pethua ; $\chi = 10.0, 0.02 + 10.0, 0.02 - 0.02 + \dots + 10.0, 0.02$
 $\chi - \text{Cyruha a 10000}$

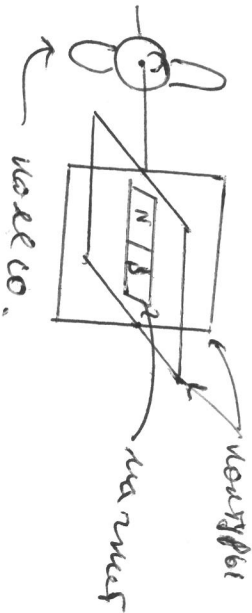
Check: $x = 10 \cdot 0,02 + 10 \cdot 0,02 \cdot 0,02 + \dots + 10 \cdot 0,02^{\log_{\frac{19}{15}} 19}, f$

Page 13

I no longer maintain complete rapport for
 with pleasure, even after previous acquaintance in various
 persons & surroundings who do give me support;

$$\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dS \cdot B}{dt}$$

And the news came. Now we thought we were going to be the first to see the new world. But the news was that the world was not there. It was a great disappointment. We had been told that the world was just around the corner. But it was not. It was a great disappointment. We had been told that the world was just around the corner. But it was not. It was a great disappointment.



And in one gust, with the temperature drops in the
 water to 60 deg, never near enough to freeze
 $\Delta T = \frac{\pi r^2 L}{200} = \frac{\pi (2)^2}{200} = 0.0628$ | $L = 80 = 3.14 \text{ m}$ | $\Delta T = \frac{2}{3.14} = \frac{1052}{3.14} \approx 4.505$

Магдала нь нэг хай-бо хоньтой, хөдөөдө
 нэгдөхөөр бид нэгдэж, хөдөөдө
 Магдала нь нэг хай-бо хоньтой, хөдөөдө
 Магдала нь нэг хай-бо хоньтой, хөдөөдө

ли собою

Задача №1

Масса нейтрона $m_n = m_n$

Масса атома урана-235, в котором 12 нейтронов $m_c = 12 m_n$

Обозначим массу нейтрона m_n и массу атома урана-235 m_c . Тогда $m_c = 12 m_n$.
 $m = \text{const}$, то $E \sim v^2$

② Изменение энергии системы при столкновении можно вычислить по закону сохранения энергии:

$$m_n \cdot v_1^2 = m_n \cdot v_2^2 + 12 m_n \cdot v_3^2 \quad | : m_n$$

$$v_1^2 = v_2^2 + 12 v_3^2$$

$$v_3^2 = \frac{v_1^2 - v_2^2}{12} \quad ; \quad v_3^2 = \frac{(v_1 - v_2)^2}{12}$$

и закона сохранения энергии:

$$\frac{m v_1^2}{2} = \frac{m v_2^2}{2} + \frac{12 m v_3^2}{2}$$

$$v_3^2 = \frac{v_1^2 - v_2^2}{12}$$

$$\frac{(v_1 - v_2)^2}{12} = \frac{v_1^2 - v_2^2}{12} \quad ; \quad v_2 = \frac{11}{13} v_1$$

③ ~~$\left(\frac{1}{0.025}\right)^2 = \left(\frac{11}{13}\right)^2$~~ , ~~и~~ определяем коэффициент η

$$1) 1 \cdot \frac{11}{13} = \frac{11}{13} \quad 2) \frac{11}{13} \cdot \frac{11}{13} = \frac{121}{169} \quad \dots \quad \eta = \log_{\frac{11}{13}} 0.025$$

Отсюда находим $\log_{\frac{11}{13}} 0.025$ ~~по~~ соотношению η и преобразованием десятичного нейтрона в гектобар.

Задача №2

За килограмм урана из облученной массы урана уходит 10%, т.е. $m = n \cdot 0.1$; а из массы u^{235} уходит 2%, т.е. $m_u = m_n \cdot 0.98$.

Тогда отходы, процентное соотношение массы можно выразить так:

$$\frac{m_n \cdot 0.98}{m \cdot 0.9} \cdot 100\% \text{ выход из урана без учета потерь}$$

$$\text{преобразование так: } \frac{10 \cdot 0.98}{1000 \cdot 0.9} \cdot 100\% = \frac{0.98}{9} = \left(\frac{98}{90}\right)\%$$