**ŘEŠENÍ**

**Úloha 1**

* 1. *T*0 = (25 ± 1)°C

*V*samp(*T*0) = 573,9 mV.

Mezi experimentálními soupravami se může uvedená hodnota *V*samp lišit od uvedené hodnoty o ± 40 mV.

Poznámka k určování chyb: δ*V* je určeno chybou multimetru ± 0,5 % plus 2 v poslední platné číslici. Příklad: *V =* 500 mV, δ*V* = 500 mV∙ 0,005 + 0,2 mV = 2,7 mV ≈ 3 mV.

Tedy *V*samp(*T*0) = (574 ± 3) mV.

* 1. Vztah pro výpočet teploty:

Z rovnice (1), *V*samp = *V*samp(*T*0) – *α*(*T – T0*)

*V*samp(50°C) = 523,9 mV

*V*samp(70°C) = 483,9 mV

*V*samp(80°C) = 463,9 mV

Výpočet chyby: δ*V*samp = δ*V*samp(*T*0) + (*T – T0*)δ*α.*

Tedy

*V*samp(50°C) = (524 ± 4) mV

*V*samp(70°C) = (484 ± 4) mV

*V*samp(80°C) = (464 ± 5) mV.

2.1. Naměřené hodnoty chladnutí bez vzorku

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *t* / s | *V*samp / mV (± 3 mV) | Δ*V* / mV (± 0,2 mV) |
| 0 | 492 | –0,4 |
| 10 | 493 | –0,5 |
| 20 | 493 | –0,5 |
| 30 | 494 | –0,6 |
| 40 | 495 | –0,7 |
| 50 | 496 | –0,7 |
| 60 | 497 | –0,8 |
| 70 | 497 | –0,8 |
| 80 | 498 | –0,9 |
| 90 | 499 | –1,0 |
| 100 | 500 | –1,0 |
| 110 | 500 | –1,1 |
| 120 | 501 | –1,1 |
| 130 | 502 | –1,2 |
| 140 | 503 | –1,2 |
| 150 | 503 | –1,3 |
| 160 | 504 | –1,3 |
| 170 | 504 | –1,4 |
| 180 | 505 | –1,5 |
| 190 | 506 | –1,6 |
| 200 | 507 | –1,6 |
| 210 | 507 | –1,7 |
| 220 | 508 | –1,7 |
| 230 | 508 | –1,8 |
| 240 | 509 | –1,8 |
| 250 | 509 | –1,8 |
| 260 | 510 | –1,9 |
| 270 | 511 | –1,9 |
| 280 | 512 | –1,9 |
| 290 | 512 | –2,0 |
| 300 | 513 | –2,0 |
| 310 | 514 | –2,1 |
| 320 | 515 | –2,1 |
| 330 | 515 | –2,1 |
| 340 | 516 | –2,1 |
| 350 | 516 | –2,2 |
| 360 | 517 | –2,2 |
| 370 | 518 | –2,3 |
| 380 | 518 | –2,3 |
| 390 | 519 | –2,3 |
| 400 | 520 | –2,4 |
| 410 | 520 | –2,4 |
| 420 | 521 | –2,5 |
| 430 | 521 | –2,5 |
| 440 | 522 | –2,5 |
| 450 | 523 | –2,6 |
| 460 | 523 | –2,6 |

2.2. Graf 1



Graf by neměl vykazovat nějaké prudké změny směrnice.

2.3. Graf 2



Graf by neměl vykazovat nějaké prudké změny směrnice

3.1. Mistička se vzorkem

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *t* / s | *V*samp / mV (± 3 mV) | Δ*V* / mV (± 0,2 mV) |
| 0 | 492 | –4,6 |
| 10 | 493 | –4,6 |
| 20 | 493 | –4,6 |
| 30 | 494 | –4,6 |
| 40 | 495 | –4,6 |
| 50 | 496 | –4,6 |
| 60 | 497 | –4,6 |
| 70 | 497 | –4,5 |
| 80 | 498 | –4,5 |
| 90 | 499 | –4,5 |
| 100 | 500 | –4,5 |
| 110 | 500 | –4,5 |
| 120 | 501 | –4,5 |
| 130 | 502 | –4,6 |
| 140 | 503 | –4,6 |
| 150 | 503 | –5,1 |
| 160 | 503 | –5,6 |
| 170 | 503 | –6,2 |
| 180 | 503 | –6,5 |
| 190 | 504 | –6,6 |
| 200 | 505 | –6,5 |
| 210 | 506 | –6,4 |
| 220 | 507 | –6,3 |
| 230 | 507 | –6,1 |
| 240 | 508 | –5,9 |
| 250 | 509 | –5,7 |
| 260 | 510 | –5,5 |
| 270 | 511 | –5,3 |
| 280 | 512 | –5,1 |
| 290 | 512 | –5,0 |
| 300 | 513 | –4,9 |
| 310 | 514 | –4,8 |
| 320 | 515 | –4,7 |
| 330 | 515 | –4,7 |
| 340 | 516 | –4,6 |
| 350 | 516 | –4,6 |
| 360 | 517 | –4,5 |
| 370 | 518 | –4,5 |
| 380 | 518 | –4,4 |
| 390 | 519 | –4,4 |
| 400 | 520 | –4,4 |
| 410 | 520 | –4,4 |
| 420 | 521 | –4,4 |
| 430 | 521 | –4,3 |
| 440 | 522 | –4,3 |
| 450 | 523 | –4,3 |
| 460 | 523 | –4,3 |

3.2. Graf 3



Správný graf obsahuje krátké plató označené šipkou v obrázku.

3.3. Graf 4



Správný graf obsahuje prudkou změnu v Δ*V*, jak označuje šipka v obrázku.

**Pozn.:** Hodnoty Δ*V* naměřené s mističkou obsahující vzorek by se měly lišit od těch naměřených bez vzorku.

4.1. *V*S je označeno v grafu 3. Hodnota *V*S = (503 ± 3) mV. Odtud *T*S = 60,5 °C.

4.2. *V*S je označeno v grafu 4. Hodnota *V*S = (503 ± 3) mV. Odtud *T*S = 60,5 °C.

4.3 Výpočet chyb:

Chyba *T*S: $T\_{S}=T\_{0}+\frac{V\left(T\_{0}\right)-V(T\_{S})}{α}=T\_{0}+A$. Chybu veličiny *A* určíme samostatně:

$$δA=\frac{V\left(T\_{0}\right)-V(T\_{S})}{α}\sqrt{\left\{\frac{δ\left[V\left(T\_{0}\right)-V\left(T\_{S}\right)\right]}{V\left(T\_{0}\right)-V\left(T\_{S}\right)}\right\}^{2}+\left(\frac{δα}{α}\right)^{2}},$$

kde $δ\left[V\left(T\_{0}\right)-V(T\_{S})\right]=\sqrt{\left[δV\left(T\_{0}\right)\right]^{2}+\left[δV\left(T\_{S}\right)\right]^{2}}$.

Chyby dalších veličin v tomto experimentu δ*T*0 = 1°C, δ*V*(*T*0) = 3 mV, δ*α =* 0,03 mV/°C, δ*V*(*T*S) = 3 mV.

Tedy $δ\left[V\left(T\_{0}\right)-V(T\_{S})\right]≈4,24$ mV, δ*A* ≈ 2,1°C. Z toho vypočítáme chybu *T*S, δ*T*S≈ 2,5°C.

Tedy, *T*S = (60 ± 2,5)°C.

**Úloha 2**

* 1. *T*0 = (26 ± 1)°C
1. 2.1. Naměřená data s vypnutou lampou

|  |  |
| --- | --- |
| *t*/s | Δ*V*(*T*0)/ mV (± 0,2 mV) |
| 0 | 19,0 |
| 10 | 19,0 |
| 20 | 19,0 |
| 30 | 19,0 |
| 40 | 19,0 |
| 50 | 18,9 |
| 60 | 18,9 |
| 70 | 18,9 |
| 80 | 18,9 |
| 90 | 18,9 |
| 100 | 19,0 |
| 110 | 19,0 |
| 120 | 19,0 |

2.2. Data naměřená se zapnutou lampou

|  |  |
| --- | --- |
| *t*/s | Δ*V*(*T*0)/ mV (± 0,2 mV) |
| 0 | 19,5 |
| 10 | 21,9 |
| 20 | 23,8 |
| 30 | 25,5 |
| 40 | 26,9 |
| 50 | 28,0 |
| 60 | 29,0 |
| 70 | 29,9 |
| 80 | 30,7 |
| 90 | 31,4 |
| 100 | 32,0 |
| 110 | 32,4 |
| 120 | 32,9 |

2.3. Data naměřená po vypnutí lampy

|  |  |
| --- | --- |
| *t*/s | Δ*V*(*T*0)/ mV (± 0,2 mV) |
| 0 | 23,2 |
| 10 | 22,4 |
| 20 | 21,6 |
| 30 | 21,0 |
| 40 | 20,5 |
| 50 | 20,1 |
| 60 | 19,6 |
| 70 | 19,3 |
| 80 | 18,9 |
| 90 | 18,6 |
| 100 | 18,4 |
| 110 | 18,2 |
| 120 | 17,9 |

1. Graf 5. Vhodná volba proměnných *x* a *y* je například *x = t; y =* ln(Δ*U*(*T*0)- Δ*U*(*t*))

****

Z grafu plyne *k*/*C* = 0,0109 s-1 a *C* = 0,69 J/K. Tedy, *k =* 7,52∙10-3 W/K.

1. Graf 6. Vhodná volba proměnných je např. *x =* 1 – *e-kt/C*; *y =* | Δ*U*(*T*0)- Δ*U*(*t*) |.

****

Ze směrnice grafu na obr. 8 a plochy „jícnu“ detektoru dostaneme *E* = 140 W/m2. Plocha jícnu detektoru je *Sdet* = *πRdet*2 = *π* (1,3∙10-3)2 = 5,30∙10-4 m2 s relativní chybou *δRdet*/*Rdet* = 0,05.

1. Schéma příslušného obvodu je na obr.

****

Naměřené hodnoty napětí *U* a proudu *I*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *V*/mV (± 0,3 – 3 mV) | *I* /mA (± 0,05 – 0,1 mA) | *P* /mW |
| 18,6 ± 0,3 | 11,7 | 0,21 |
| 33,5 | 11,7 | 0,39 |
| 150 | 11,5 | 1,72 |
| 157 | 11,6 | 1,82 |
| 182 ± 1 | 11,4 | 2,08 |
| 267 | 11,2 | 3,00 |
| 402 ± 2  | 9,23 | 3,70 |
| 448 | 6,7 | 3,02 |
| 459 | 5,91 | 2,74 |
| 468 | 5,07 | 2,37 |
| 473 ± 3 | 4,63 | 2,20 |
| 480 | 3,81 | 1,86 |
| 485 | 3,24 | 1,57 |

Graf 7



Z grafu, *Pmax* = (3,7 ± 0,2) mW.

Vypočteme účinnost. *Sčl* = 19 mm ∙ 24 mm = 450 ∙ 10-6 m. Tedy *ηmax = Pmax* / (*ESčl*) = 0,058

Výpočet chyby:



Relativní chybu *δPmax*/*Pmax* odhadneme z grafu na obr. 10. *δPmax*/*Pmax* ≈ 0,06. Relativní chyba *δSčl*/*Sčl* je dána především chybou měřítka. Odhadněme *δSčl*/*Sčl* ≈ 0,05. Zbývá určit relativní chybu *E*. Ozáření *E* je vlastně vypočteno průměrováním poměru (viz obr. 8)

.

Tedy *E = kB* / *πRdet2α,.*

*.*

Z regrese máme *δB*/*B*≈ 0,006. Parametr *k* je vypočten z regrese ln Δ*T* = ln Δ*T*(0) – *k/C t*. Položme *m* = *k/C*, tedy *k = mC.* Z regrese získáme *δm*/*m*≈ 0,002. Konečný výraz pro chybu účinnosti tedy je



Tedy, *η*max *=* (5,8 ± 0,8)%.