

**ЗОРАН ЛЕДИНСКИ
ДОС, БЕОГРАД**

ЛЕД И LED

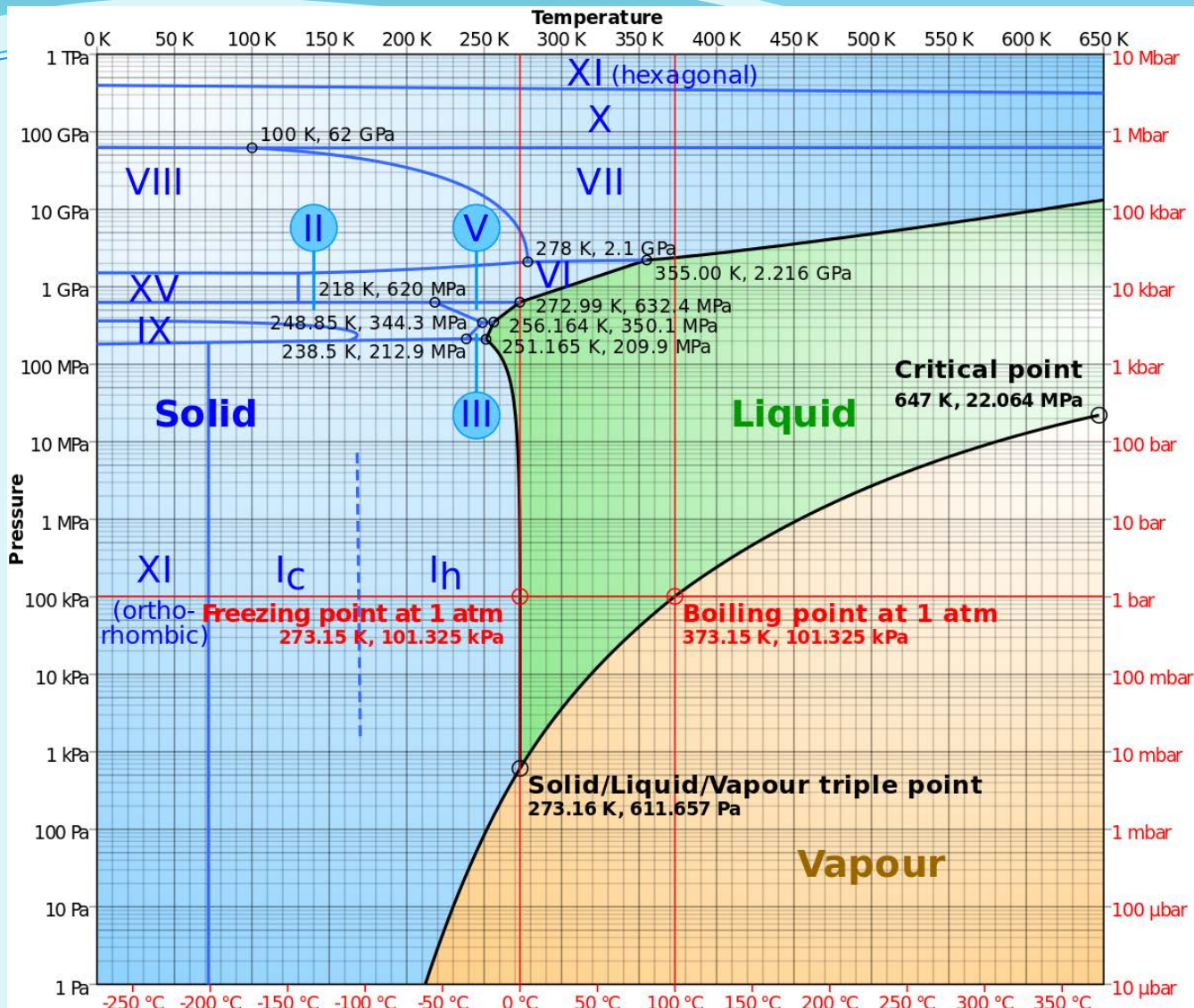


ДОС

47. ДАН СВЕТОСНЕ ТЕХНИКЕ, БЕОГРАД 15. мај 2017.

Лед је због својих карактеристика теоретичарима занимљив материјал, јер у зависности од равнотежног притиска, или споља наметнутог притиска, показује занимљиве и често неочекиване особине, како је то показано фазним дијаграмом воде на слици 1. До сада је откривено 16 модификација леда на високим притисцима и разним температурама, тако да ледови 7, 10 и 11 у областима гига- и терапаскалних притисака (GPa и TPa) егзистирају и изнад критичне температуре воде (374 °C).





Слика 1. Фазни дијаграм воде



У уобичајеној пракси срећемо се само са „обичним“ ледом 1. И тај „обични“ лед има бар две изузетне особине:

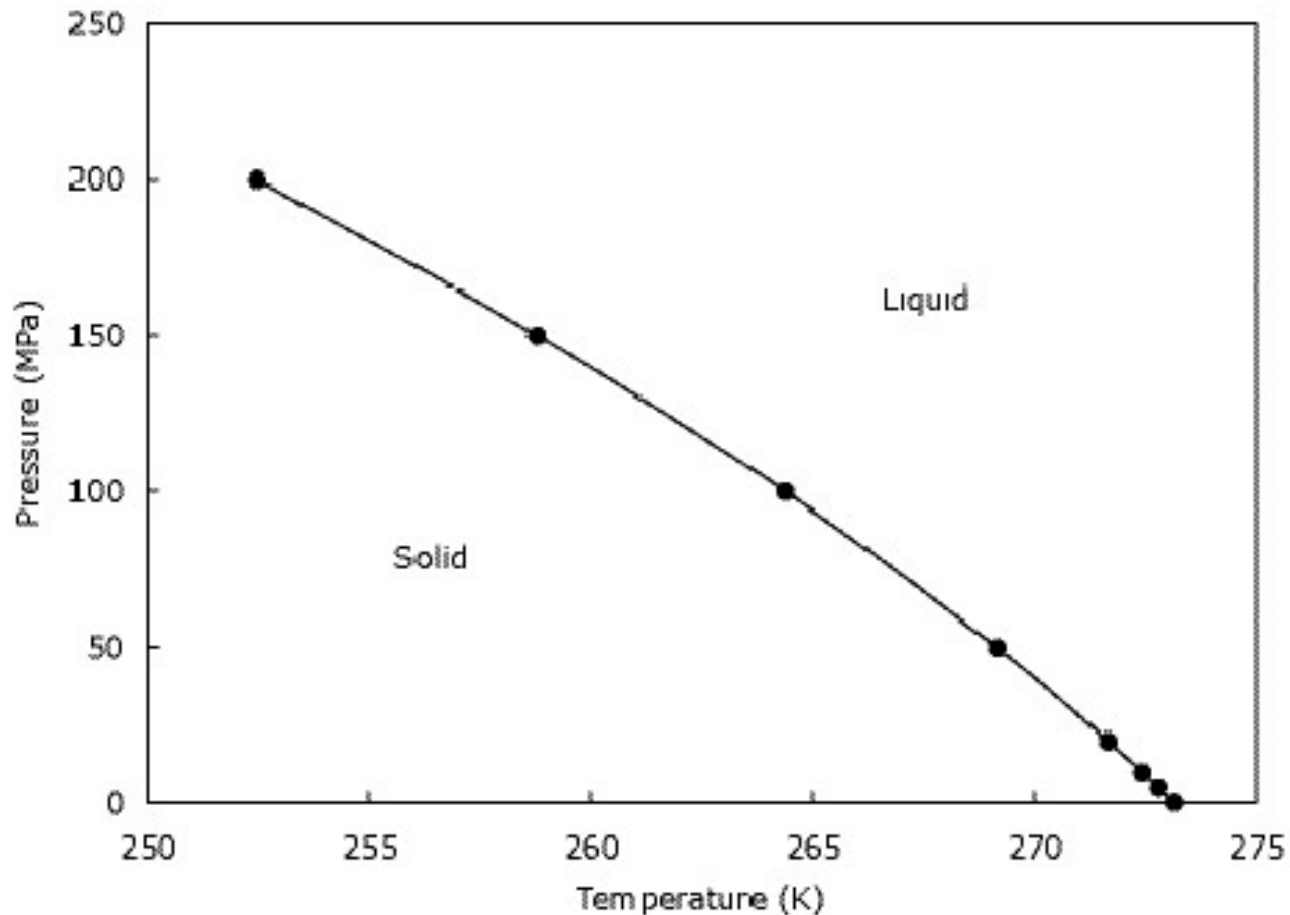
1. За разлику од већине материјала лед 1, иако кондензована фаза има мању густину од течне воде.

2. Леду 1 до притисака од неких 200 МРа снижава се тачка мржњења – топљења, са порастом притиска, како је показано сликом 2.

Ове две особине битне су за биологију, геологију, односно за планету Земљу каквом ју познајемо.



Melting curve



Слика 2. Крива топљења – замрзавања за лед 1



Лед 1, у даљем излагању само лед, као конструкциони материјал осим у неким егзотичним сврхама (ледене грађевине и скулптуре и сл.), нема примену, али се примењује као клизајућа подлога за многе зимске спортове.

Посебно су карактеристике леда битне у дворанским зимским спортовима, као што су: **хокеј на леду, уметничко клизање, карлинг и брзо клизање**, од којих се прва три спорта одвијају искључиво у дворанама, бар кад су имало значајнија национална и међународна такмичења у питању.



Последње значајније такмичење одржано на отвореном било је светско првенство у уметничком клизању у Бечу 1967. године. То такмичење је изазвало прилично критика, ако не и скандал због лоших услова (снег и ветар), нарочито због поређења са претходно исте године одржаним европским првенством у љубљанској хали Тиволи, за шта су Љубљана и тадашња Југославија добиле највише оцене и похвале за организацију тог догађаја.

Иначе, занимљиво је да телевизијски гледаоци (црно – бела TV) преноса из Беча у почетку нису знали да ли је снег падавина или је снег на екранима телевизора, па је тадашња коментаторка преноса Милка Бабовић обавештавала гледаоце крај малих екрана да су им телевизори исправни, а да снег пада у Бечу.



Након тога, хокејашка и клизачка такмичења одвијају се искључиво у дворанама, а такмичења у карлингу и брзом клизању су се још десетак година одвијала на отвореном, али се и та такмичења од краја седамдесетих година прошлог века одвијају искључиво у затвореним просторима.



Слика 3. Пеги Флеминг у Бечу 1967. године



Дворанска такмичења захтевају одговарајуће осветљење, нарочито када су пропраћена телевизијским снимањима ради преноса уживо или одложеног емитовања. Захтевани ниво осветљења терена износи најмање 1 400 lx за обичну телевизију па и до 4 500 lx за телевизију високе резолуције.

Конкретни захтеви за нивоима осветљења у хоризонталној и вертикалној равни, униформности, бљештању и рефлексiji могу се наћи у одговарајућим смерницама за те спортове, које су доступне и на интернету.



Доскора неприкосновене светиљке са метал халогенидним сијалицама за главно осветљење и халогеним сијалицама за акцентно и динамичко осветљење доводиле су термотехничаре и остало особље задужено за лед до очајања, јер ти извори чак и уз коришћење дихроичних рефлектора и IC филтера усмеравају инфрацрвени део оптичког спектра на лед, а то ремети униформност температуре леда на клизној површини, што за последицу има површинску неравномерност карактеристика леда.

Захтевана дебљина слоја леда је 20 см. На 10 см слоја леда поставља се мат бела перфорирана фолија са ознакама потребним за дати спорт и евентуално рекламама.

Фолија мора да буде перфорирана како би лед испод и изнад фолије био јединствен. Лед који кристалише хексагонално не сме бити мутан, како би ознаке биле јасно видљиве, како исти не би расипао светлост и сметао гледаоцима и такмичарима.



Прописане температуре површине леда су:

- **8.0 °C** за хокеј на леду,
- **5.5 °C** за брзо клизање,
- **5.0 °C** за карлинг,
- **4.0 °C** за уметничко клизање.

Наведене температуре су првенствено због захтева за механичком отпорношћу леда, нижа температура – чвршћи лед.

Инсталације осветљења значајно утичу на енергетски биланс дворане и на температуру, а самим тим на оптичке и фрикционе карактеристике леда. Особље задужено за одржавање леда мора узети у обзир израчену снагу осветљења како терена, тако и гледалишта, температуру гледалишта, број гледалаца итд. Јер, све то утиче на температуру леда.



Иако би се очекивало да се најстрожији захтеви примењују на хокеј, брзо или уметничко клизање, није тако, јер најстрожији захтеви су за **карлинг**.

Наиме, клизаљке за хокејаше и клизаче прилагођавају се конкретном леду, за то су задужене и читаве пратеће екипе за опслужу такмичара. Зато су то врло скупи спортови.

Карлинг је такође скуп спорт, због потребне опреме спортиста, а нарочито због посебних захтева за камењем као главним реквизитом.



Камење за карлинг је фиксних карактеристика и лед мора бити униформан без обзира на место где се налази, како би такмичари увек имали исте, познате услове.

Стаза за карлинг је дужине 45 m и ширине 5 m. У такмичарским дворанама има и до седам оваквих стаза.

Дозвољена температурна одступања леда дуж једне стазе и међу стазама не смеју прећи 0,2 °C, јер екипе током такмичења мењају стазе.





Слика 4. Ледене стазе за карлинг
Осветљење је изведено светлећим диодама



Није потребно посебно напомињати колико осветљење утиче на температуру леда и околине.

Одржавање потребних карактеристика леда, поготово у великим дворанама са више стаза је што би се рекло ноћна мора термотехничарима, а осветљење само повећава проблеме.

LED осветљење је тренутно право решење. Квалитетне LED светиљке омогућавају одличну осветљеност и репродукцију боја. Распоређене на великим површинама омогућавају униформнији утицај на целокупну површину леда, па се карактеристике леда, бар што се осветљења тиче, лакше контролишу. Одвођење топлоте у жељеном смеру са LED светиљки је много лакше у поређењу са конвенционалним светлосним изворима. LED омогућава бољу енергетску ефикасност ледених дворана.



Захваљујући својим динамичким карактеристикама LED осветљење постаје део кореографије уметничког клизања, не само у ревијалним наступима победника, него и у такмичарским наступима.

Може се очекивати да ће усклађеност покрета такмичара не само са музиком већ и са светлосним ефектима доприносити „уметничком дојму“ и самим тим коначној оцени наступа.





Слика 5. Осветљење уметничког клизања, изведено светлећим диодама



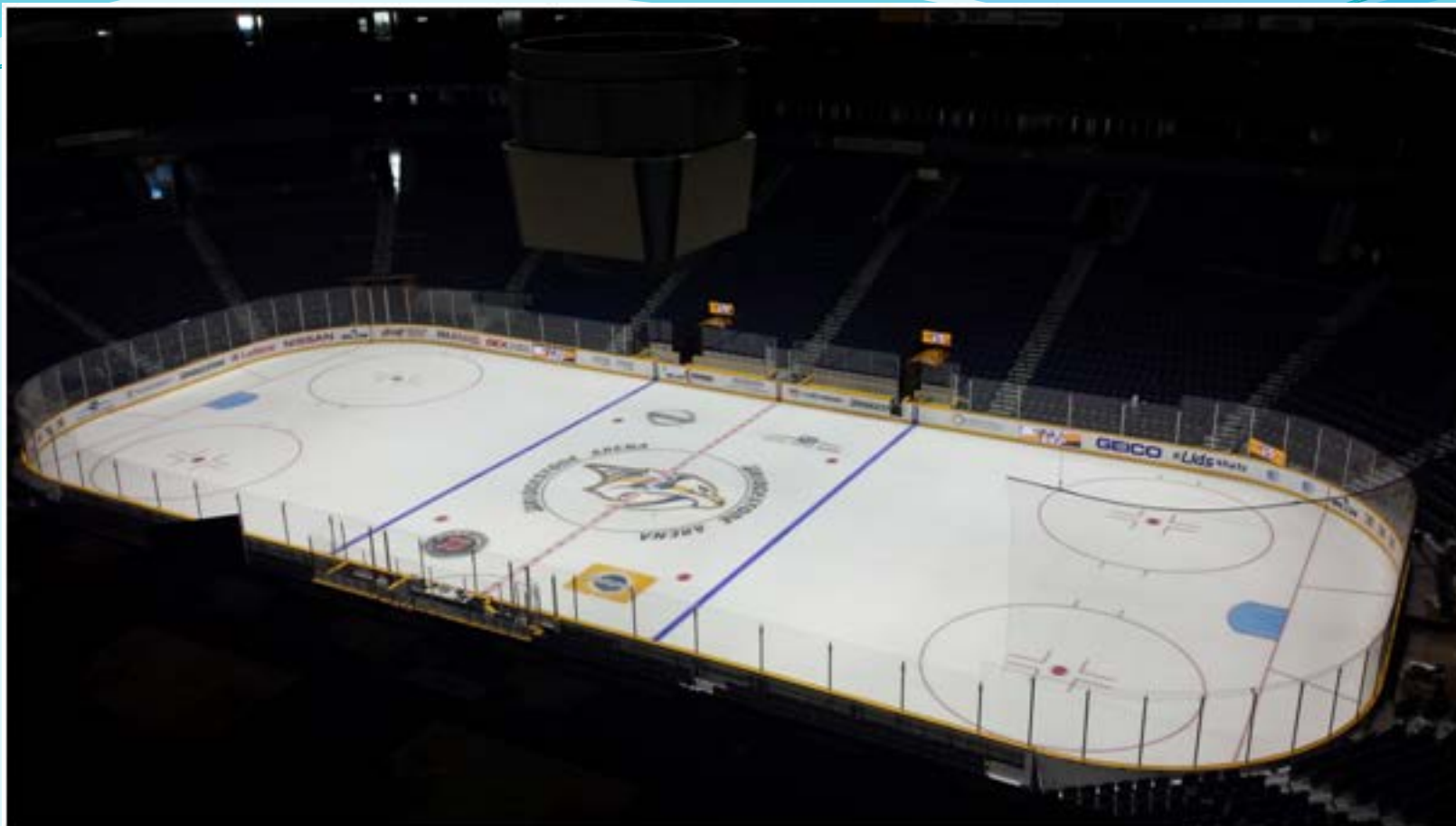


Слика 6. Ледене стазе за брзо клизање
Осветљење је изведено светлећим диодама



АОС

47. ДАН СВЕТЛОСНЕ ТЕХНИКЕ, БЕОГРАД 15. мај 2017.



Слика 7. Терен за хокеј на леду
Осветљење је изведено светлећим диодама



Уз LED, осветљење постаје део саме спортске приредбе на леду, а не само техничка подршка.

Дакле, очекује нас занимљива будућност LED-а на леду.



ХВАЛА НА ПАЖЊИ!



АОС

47. ДАН СВЕТЛОСНЕ ТЕХНИКЕ, БЕОГРАД 15. мај 2017.