

DIAFILM

František Kadavý

29

CO VÍME O HVĚZDÁCH

9-2

Obsah:

Diafilm sleduje vývoj poznávání vesmíru od středověku, kdy ještě lidé chápali oblohu tak, jak byla chápána ve starověku, to je jako křišťálovou klenbu, na které jsou připevněny hvězdy. Vynález dalekohledu však definitivně rozbíjí tuto klenbu a rozloží Mléčnou dráhu na jednotlivé hvězdy, je jichž podstatu vysvětlí rozbor světla. Veliké dalekohledy a zvláště pak fotografická deska umožnily poznání tvaru Mléčné dráhy a objevy milionů podobných hvězdných soustav. Podrobné studium složení hvězd a stavby Mléčné dráhy umožnilo řešení velmi obtížné otázky stáří hvězd a celého vesmíru. Dokazuje, že vesmír je naplněn stejnou hmotou, ze které vznikla i země, hmotou ve stálém pohybu, ve stálých proměnách, ale hmotou nezničitelnou, věčnou a proto můžeme dojít k názoru, že i vesmír je věčný.

1953

KNIHOVNA
HVĚZDARNY V ROKYCANĚCH

Methodické poznámky.

Dobrá práce s tímto diafilmem má jeden významný předpoklad: že si totiž přednášeč diafilm před promítnutím dokonale prostuduje a že pozná každý obrázek v hrubých rysech i v podrobnostech. Methodickou přípravu mu usnadní tato příručka, jež obsahuje texty k jednotlivým obrázkům. Úspěšná a správná práce je ohrožena, vidí-li přednášeč diafilm při přednášce poprvé právě tak jeho posluchači.

Tento diafilm byl připraven pro přednášku "Co víme o hvězdách", již napsal pro Edici přednášek pro osvětové besedy Zdeněk Švestka /Osvěta, 1952/. Osnova diafilmu se zhruba shoduje s osnovou přednášky.

Proto může přednášeč postupovat dvojím způsobem:

- 1/ Promítat diafilm během přednášky, t.j. při zatemnění v přednáškové místnosti. Přednášeč velmi snadno zjistí, ke kterému místu v přednášce obrázek náleží.
- 2/ Promítat diafilm až po přednášce. Tento způsob pokládají mnozí osvětoví pracovníci za výhodnější, protože mohou přednášet při světle, mohou mít dokonalý styk s posluchači, mohou používat i jiných názorných pomůcek, posluchači si mohou poznamenávat. Přednášeč upozorňuje během přednášky na obrázky, jež promítne po přednášce a připravuje posluchače záměrně na ně. Rozdělí si látku tak, že některé poznatky poví během přednášky / po př. za pomoci jiné názorné pomůcky/ a jiné

si vyhradí pro průvodní slovo k diafilmu. Potřebuje-li pro některou část svého výkladu nezbytně některého obrázku, obsaženého v diafilmu /na př. některého diagramu/, je možno na tu chvíli zhasnout a tyto ojedinělé obrázky promítnout. Potom se opět rozsvítí a pokračuje se v přednášce. Po přednášce, ale před diskusí, se potom promítá diafilm s průvodním slovem přednášečovým: pro toto průvodní slovo může přednášeč čerpat materiál z této příručky.

Protože diafilm jako názorná pomůcka je nedílnou součástí přednášky, zahájíme rozpravu až po promítnutí diafilmu. Je chybné zařadit diafilm až po rozpravě. Mnozí přednášeči chybují, že neupozornují posluchače během přednášky soustavně předem na jednotlivé obrázky, jež jim promítnou po přednášce. Je hrubou chybou promítat diafilm vůbec bez jakéhokoliv výkladu.

Průvodní slovo k diafilmu, jak je připraveno v této příručce, umožňuje však předvést diafilm naprosto neodvisle od přednášky, vydané v Edici přednášek pro osvětové besedy. Může se tak stát na př. v astronomickém kroužku.

Nezapomeňte, že tohoto diafilmu lze rovněž použít k promítání při t.zv. zadní projekci na přízemní okno nebo na sklo výkladní skříně pro diváky stojící před domem. Průvodní slovo čerpáme v takovém případě z této příručky, mluvíme je do mikrofonu a zesílené je vysíláme tlampačem, umístěným nedaleko promítací plochy /nad oknem, nad výkladní skříní/. Zvuk volíme jen v té síle, aby dobře slyšeli ti diváci, kteří dobře vidí.

Technické poznámky.

Pro přednášku s diafilmem je nutno předem připravit přístroj a místnost k promítání, projekční plátno, diafilm a přednášku.

Místnost volíme pokud možno vzdušnou i při zatemnění dobře větratelnou. Zjistíme, zda zatemnění je dokonalé, není-li rozbité nebo poškozené.

Předem si prohlédneme umístění elektrických zásuvek a zajistíme si dostatečně dlouhý přívodový kabel. Diaprojektor musí být přizpůsoben napětí v síti /120 nebo 220 V/.

Rovněž plátno umístíme na své místo předem a vyzkoušíme, zda obraz je správně umístěn. To znamená, zda projektor je ve správné vzdálenosti a objektiv zaostřen.

I zakládání diafilmu provedeme předem a přezkoušíme zda obraz není na plátně hlavou dolů.

To vše provedem před přednáškou, protože chvat, chyby a nejistota za přítomnosti diváků snižují hodnotu celé přednášky.

Co víme o hvězdách ?

Sestavil František Kadavý.

- 1/ Ještě ve středověku měli lidé velmi jednoduchou představu o vesmíru. Představovali si, že Země obepíná křišťálová klenba, na které jsou připevněny hvězdy. Rytina, kterou vidíme na obrázku, je ukázkou ze starověkého cestopisu mnicha, který tvrdil, že došel až na konec světa.
- 2/ Tato představa opřená o učení starověkého filosofa Aristotela, byla zpracována ve II. století našeho letopočtu egyptským hvězďárem a zeměpisce Claudiem Ptolemaiem v obsáhlém díle Almagest. Na toto dílo se odvolávali hodnostáři církve katolické v boji proti novým vědeckým objevům. Na obrázku je jedna ze starých podobizen Claudia Ptolemaia.
- 3/ Ptolemaios učil, že Země je středem světa a kolem Země žebí obíhají planety, Měsíc a Slunce. Obrázek představuje Ptolemaiovu soustavu. Křišťálová klenba, na které jsou připevněny hvězdy, je zde vyznačena tečkovanou kružnicí. Za křišťálovou klenbou je podle této představy království bohů.
- 4/ Na základě dlouholetého studia pohybu planet dokázal v 16. století polský hvězďár Mikuláš Koperník, že planety se pohybují kolem Slunce a nikoli kolem Země.
- 5/ Svá pozorování doložil matematicky a vydal r.1543 v díle " O pohybu těles nebeských". Na obrázku vidíme Slunce ve středu světa. Kolem Slunce obíhají všechny planety, tedy i Země. Poslední kružnice

představuje ještě sféru stálic.

- 6/ Proti učení Koperníkovu vedly církevní kruhy těžký boj, protože bořil jejich představu o stvořené Zemi jako středu světa. Proti starým představám o ploché Zemi dokázala věda, že Země je kulatá. Církevní kruhy konečně musely připustit, že Země je kulatá, ale středověká malba nám názorně ukazuje, že v představách lidu byla Země ještě dlouho středem světa. Na obrázku je Země doprovázena družinou planet: nahoře Mars, Saturn a Jupiter, dole Venuše a Merkur.
- 7/ Dánský hvězdář Tycho Brahe, který žil na rozhraní XVI. a XVII. století v Praze, byl znamenitým pozorovatelem. Tycho Brahe nechtěl připustit pohyb Země kolem Slunce, protože ho nemohl svým pozorováním dokázat. Tehdy ještě hvězdáři neznali skutečné vzdálenosti hvězd a Tycho Brahe nevěděl, že jeho pozorovací prostředky k měření této vzdálenosti nestačí. Zastánci náboženských představ o vesmíru se ovšem dovolávali tohoto jeho názoru.
- 8/ Do zápasu vědy se starými náboženskými představami zasáhl však počátkem XVII. století italský hvězdář a fysik Galileo Galilei. Sestrojil prý hvězdářský dalekohled, který se stal nejlepším pomocníkem vědy v boji proti zastaralým názorům.
- 9/ Galilei vedle jiných znamenitých objevů spatřil svým dalekohledem poprvé tisíce hvězd, jejichž společné světlo vidíme na obloze jako stříbrný pás Mléčné dráhy. Na obrázku je fotografie hvězd

ze souhvězdí Cassiopei. Nyní již hvězdáři počínají tušit nesmírné vzdálenosti hvězd.

- 10/ Zvětšováním a zlepšováním dalekohledu bylo možno viděti stále větší množství hvězd a zkoumati jejich hustoty na různých místech oblohy. Vynikající hvězdář a stavitel dalekohledů Wiliam Herschel, jehož rodiče pochází patrně z Moravy, se pokouší již koncem XVIII. století poznati tvar a velikost Mléčné dráhy. Na obrázku vidíme Wiliama Herschela s jeho sestrou Karolinou u velikého zrcadlového dalekohledu, který Herschel sám postavil.
- 11/ Hvězdáři začínají měřit propasti vesmíru. Zbývá však rozřešit podstatu světla hvězd. Ale základ k tomuto studiu již tu je. Český učenec Marek Marci rozřešil již v XVII. století podstatu duhy a později znamenitý fysik Isac Newton podstatu světla. Na obrázku je český lékař a fysik Marek Marci.
- 12/ Kapičky deště rozloží světlo Slunce na původní barevné složky, ze kterých je sluneční světlo složeno a vytvoří lomem světla známý úkaz - duhu.
- 13/ Tak jako kapičky deště, rozloží také trojboký hranol světlo na jeho původní barevné složky. Na obrázku je schema spektroskopu, kterým můžeme studovati složení světla hvězd i Slunce. Světlo prochází objektivem, je soustředěno na šterbinu a spojnou čočkou - kolimátorem je změněn kuželový svazek paprsků na paprsky rovnoběžné. Dále světlo prochází hranolem, který je rozkládá

na spektrum. Spektrum pozorujeme malým dalekohledem. Dalekohled je tu naznačen objektivem a okulárem.

- 14/ Tento obrázek nám znázorňuje umístění spektroskopu u velikého hvězdářského dalekohledu. Spektroskopem studujeme světlo hvězd, jejich teploty, velikosti, pohyby, vzdálenosti a složení hmoty hvězd.
- 15/ Tak bylo dokázáno, že na Slunci svítí tytéž prvky, ze kterých je složena i naše Země. Ve spektru Slunce, které vidíme na obrázku, byly zjištěny čáry vodíku, vápníku, sodíku, helia, železa, hliníku a celé řady dalších prvků.
- 16/ Ale i spektra hvězd prozrazují, že hvězdy jsou podobná tělesa jako Slunce a také v jejich světle byly nalezeny čáry prvků, které známe z pozemských laboratoří. Na obrázku vidíme spektra od hvězd nejteplejších - zde označených písmenou Bo až k chladnějším hvězdám, označeným písmenou M.
- 17/ Z pozemských laboratoří víme, že pevné látky nebo kapaliny dávají spojité spektrum podobné duze na obloze, to je proužek duhových barev bez patrných spektrálních čar.
- 18/ Ale i rozsáhlé oblasti plynů o vysoké teplotě - tedy i hvězdy - mohou dát spektrum spojité bez patrných spektrálních čar. Avšak světlo žhavého povrchu proniká chladnější atmosférou hvězdy a plyny v ní obsežené zanechávají ve spektru stopy v podobě tmavých čar.

- 19/ Vzdálenosti hvězd se nejlépe odvodí ze zjištěného zdánlivého pohybu hvězdy, který se u nejbližších hvězd projeví jako nutný důsledek pohybu Země kolem Slunce. To je známá parallaxa, úhel, pod kterým se nám jeví zdánlivý pohyb hvězdy způsobený oběhem Země kolem Slunce. Na obrázku je fotograficky zachycen zdánlivý pohyb hvězdy Proxima v souhvězdí Kentaura. Na obrázku č.1 je proxima vlevo od jiné hvězdy, která je velmi vzdálená a nejeví žádný pohyb. Na obrázku č.3 v levém rohu dole je Proxima těsně pod onou nehybnou hvězdou a na obrázku č.4 Proxima již přešla na pravo od této hvězdy, která pohyb na fotografii nejeví.
- 20/ Vzdálenost hvězd tímto způsobem /změření Parallaxy/ byla zjištěna již u značného počtu hvězd. Na obrázku jsou zakresleny hvězdy v nejbližším okolí Slunce ve třech kružnicích do vzdálenosti 5 10 a 15 světelných let. Vidíme, že do vzdálenosti 5 světelných let je jen soustava hvězdy alfa Kentauri do vzdálenosti 10 let je celkem 10 hvězd a do 15 let je 27 hvězd.
- 21/ Vzdálenosti hvězd se udávají ve světelných letech. Světelný rok je v z d á - l e n o s t, kterou proletí světlo, pohybující se rychlostí 300 tisíc km za vteřinu, za náš rok. Je to vzdálenost 9 bilionů 460 miliard km. Ze Slunce k nám dorazí světelný paprsek za 8 minut. Letadlo letící 500 km rychlostí by na Slunce letělo 34 let.

- 22/ Ze vzdálenosti hvězd a z jejich zdánlivé velikosti je možno vypočítat absolutní jasnost hvězdy a tak určit i její skutečnou velikost. Hvězdáři sestavili hvězdy podle jejich spektrálního typu v zajímavý diagram. Hvězdy se v něm nacházejí ve dvou hlavních proudech. Ve vodorovném jsou hvězdy obří, kdežto hvězdy menší jsou v hlavní posloupnosti svažující se od leva do prava dolů. Mezi nimi je také Slunce.
- 23/ Tento obrázek znázorňuje poměrné velikosti známých hvězd ze všech tří skupin. Ze skupiny obrů je tu vlevo nahoře Aldebaran ze souhvězdí Býka, Arcturus ze souhvězdí Boota a Capella ze souhvězdí Vozky. Pod těmito zástupci obrů jsou tři známé hvězdy ze skupiny trpaslíků. Vega ze souhvězdí Lvy, Sirius ze souhvězdí Velkého Psa a naše Slunce. Ze skupiny veleobrů je zde Betelgeuze ze souhvězdí Oriona, alfa ze souhvězdí Herkula a Antares ze souhvězdí Štíra.
- 24/ Průměry některých veleobrů se podařilo změřit přímo přístrojem zvaným interferometr, který vidíme na obrázku. Soustavou čtyř rovinných zrcadel interferometru je totiž možno důmyslně jako by "zvětšiti" obraz hvězdy a tak změřiti průměr jejího kotoučku, který nemůžeme spatřiti žádným normálním dalekohledem.
- 25/ Na obrázku je názorné zobrazení poměrné váhy Slunce a planet. Hmota Slunce byla určena z pohybů planet sluneční soustavy, neboť je to právě hmota Slunce, která řídí jejich pohyby.

- 26/ U sousedních hvězd nemůžeme pozorovati přímo žádné jejich planety. Mnohé hvězdy jsou však dvouhvězdami nebo soustavami vícero násobnými. Z pohybů dvojhvězd kolem společného těžiště, které leží na promítnutém obraze asi uprostřed elipsy, je možno vypočítat hmotu obou složek.
- 27/ Takovým určováním hmoty hvězd byly objeveny hvězdy o nepatrné svítivosti, ale značně velké hmotě - bílí trpasličí hvězdy, které mají nesmírně veliké hustoty. Na obrázku je vyjádřen poměr velikosti Země a průvodce hvězdy Siria a hvězdy van Maanenovy. Obě jmenované hvězdy jsou však při tomto jejich nepatrném průměru těžší než Slunce.
- 28/ Slunce září již po miliardy let. Zkamenělé stopy života na Zemi jsou toho výmluvným důkazem. Bez slunečního tepla a světla by život na Zemi nemohl existovat.
- 29/ Zdrojem sluneční energie je přeměna vodíku v helium. Srážkou jádra vodíku s jádru jiných prvků dochází k vytvoření jádra těžšího helia za současného uvolnění určitého množství energie a v tom je zdroj veškerého slunečního tepla a světla. Podobně čerpají energii z přeměny prvků také hvězdy.
- 30/ Studium stavby vesmíru umožnila zejména fotografie. Na obrázku je známá skupina Plejad, neboli Kuřátek. Prostým okem spatříme v této skupině asi 6 hvězd, dalekohled jich ukáže několik

desítek / obrázek vlevo/ a fotografie zde zachytí několik set hvězd /obrázek vpravo/.

- 31/ Bez dalekohledu spatříme světlo tisíců hvězd Mléčné dráhy splývat ve stříbrném pásu. Obrázek ukazuje, jak se nám jeví pás Mléčné dráhy na severní obloze. Od východu ze souhvězdí Orla /1/ a druhým letním souhvězdím Labutí /2/ přechází na zimní část oblohy se souhvězdím Vozky /3/ a Oriona /4/. Uprostřed je souhvězdí Cassiopei /5/.
- 32/ Podobný obraz nám poskytuje tisíce hvězd Mléčné dráhy na jižní obloze. Zde známe ze severní oblohy jen letní souhvězdí Střelce /1/ a Štíra /2/ /na obrázku vlevo/ a zimní souhvězdí Velkého Psa /3/ s jasnou hvězdou Sirem /na obrázku vpravo při okraji/. Uprostřed jižní mléčné dráhy vidíme Jižní Kříž /4/, vlevo od něho souhvězdí Centaura /5/ a vpravo Loď Argo /6/.
- 33/ ~~Seznam a listy expozic.~~
- 33/ Fotografická deska trvale zaznamenává obraz oblohy, který je možno i po letech proměřovat a studovat. Mimo to roste delší expozicí počet zaznamenaných hvězd a fotografie proto zachytí i hvězdy, které dalekohledy přímo nespatříme. Jasná hvězda, jediná ze všech hvězd na tomto obrázku viditelná prostým okem, je fotografií přexponována.
- 34/ V souhvězdí Střelce zachytí fotografie nesmírné množství hvězd. Tím směrem musíme hledat střed Mléčné dráhy. Na

obrázku je partie oblohy v souhvězdí Střelce.

- 35/ Neopak, kolem pólu Mléčné dráhy zachytí fotografická deska hvězd mnohem méně. To vidíme dobře na tomto obrázku, kde zachytila fotografická deska v Mléčné dráze mnohem více hvězd /dolení část obrázku/ než mimo hlavní proud hvězd Mléčné dráhy, kde deska zachytila hvězd při stejné expozici mnohem méně /hoření část obrázku/.
- 36/ Na základě studia rozložení hvězd v Mléčné dráze, a zde se uplatnila zejména fotografie, poznali hvězdáři tvar i rozlohu Mléčné dráhy. Poznali, že je to velická spirála o průměru 100 tisíc let, kterou bychom se strany spatřili jako vřetenou se středním rozšířením asi na 15 tisíc světelných let. Kolem jsou kulové hvězdokupy,
- 37/ Kulové hvězdokupy obklopují Mléčnou dráhu a tvoří s hvězdami, které jsou soustředěny do tvaru disku, širší útvar, téměř kulový. Kulové hvězdokupy spatříme i dalekohledy jako soustředěné hvězdové ostrovy s 50.000 až 100.000 hvězdami. Na obrázku je známá kulová hvězdokupa v souhvězdí Herkula.
- 38/ Na tomto obrázku máme fotografie dvou známých sousedních galaxií. Vlevo je vřetenová mlhovina v souhvězdí Vlasu Bereniky - tak bychom viděli naši Mléčnou dráhu ze vzdálenosti několika milionů let, kdybychom se na ni dívali s boku. Obrázek vpravo je fotografie

sousední galaxie v souhvězdí Velkého vozu. Tak by se nám jevila naše Mléčná dráha, kdybychom se na ni dívali shora.

- 39/ Kromě hvězd vyplňují prostory Mléčné dráhy rozsáhlá mráčna plynů, která v blízkosti jasných hvězd září. Na obrázku je známá velká mlhovina v souhvězdí Oriona.
- 40/ Jinde vidíme temná místa - zdánlivě bez hvězd. Ve skutečnosti jsou to prostory zaplněné temnou mezihvězdnou hmotou; mraky kosmického prachu. Na obrázku jsou temné mraky v souhvězdí Hadonoše. Některé části tohoto mraku však svítí. Tak se projevuje vliv záření blízkých horkých hvězd.
- 41/ Světlé i temné mlhoviny Mléčné dráhy mají nejružnější tvary i velikosti. Na obrázku je známá trojdílná mlhovina "Trifid" v souhvězdí Střelce. Vidíme tu světlé i temné mraky.
- 42/ Kromě těchto tak zvaných difusních mlhovin nepravidelných tvarů, které jsme viděli na předcházejících třech obrazech, spatříme dalekohledy velmi mnoho mlhovin tvarů spirálových, vřetenových elipsovitých i kulových. Zde nejde však o skutečné mlhoviny. To jsou celé obrovské shluky hvězd - sousední mléčné dráhy. Na obrázku je jedna z nejbližších sousedních galaxií - spirálová mlhovina v souhvězdí Trojúhelníka, kterou fotografie rozloží již na jednotlivé hvězdy. Vzdálenost asi 700 tisíc světelných let.

- 43/ Jinou poměrně blízkou sousední mléčnou dráhu můžeme pozorovati dalekohledem jako protáhlou elipsu v souhvězdí Andromedy. I zde fotografie zachytí jednotlivé hvězdy. Vzdálenost asi 750 tisíc světelných let.
- 44/ V souhvězdí Velkého vozu spatříme dalekohledem malý mlhavý obláček, který fotografie zachytí jako pěknou spirálovou mlhovinu, jen nepatrně sploštělou. Světlo této galaxie k nám letí 3 miliony let a fotografie ji rozloží na jednotlivé hvězdy jen na okrajích.
- 45/ I tam, kde fotografie v sousedních galaxiích nerozloží již jejich útvar na jednotlivé hvězdy - neboť jsou od nás příliš vzdáleny - přece poznáme i zde, že jejich složení je v podstatě stejné, jako složení naší Mléčné dráhy. Jsou složeny z jednotlivých hvězd, hvězdokup, ze světlých i tmavých mlhovin. Na obrázku je vřetenová mlhovina v souhvězdí Andromedy, kde se zvláště pěkně projevují temné mraky podél celé roviny této vzdálené galaxie.
- 46/ Mléčné dráhy místy tvoří menší nebo větší skupiny. Na obrázku je skupina galaxií, od kterých k nám letí světlo 120 až 130 milionů let. Vidíme zde mnoho elipsovitých i kulových obláčků, které jsou vesměs složeny z desítek miliard hvězd.
- 47/ Sovětský hvězdář Voroncov - Veljaminov soudí, že hvězdy se i v současné době vytvářejí z rozpadávajících se ramen

spirálových mlhovin. Na obrázku je galaxie ze souhvězdí Panny, na jejímž rovníku se odbaluje pás hmoty, ze kterého se vytvoří ramena spirály a jednotlivé hvězdy.

- 48/ Také laureát Stalinovy ceny, sovětský hvězdář Ambarcumjan, jejž vidíme na obrázku, dokazuje, že i v naší Mléčné dráze se stále hvězdy znovu vytvářejí a to v celých skupinách, tak zvaných asociacích.
- 49/ Dokazuje to z rozpadu hvězdných skupin, k nimž patří také známá dvojitá hvězdokupa v souhvězdí Persea, kterou vidíme na obrázku.
- 50/ Tak hvězdáři poznali, že vesmír nevznikl najednou, že nebyl stvořen, ale že i v celém vesmíru je neustálý vývoj jako na Zemi. Hvězdy tu znovu a znovu vznikají v celých skupinách, které se zase dále rozptylují. A tak jde patrně neustálý koloběh hmoty od mlhovin k hvězdám a od hvězd k mlhovinám, neboť hvězdy zase zářením a výbuchy hmotu ztrácejí. Vesmír je naplněn stejnou hmotou, ze které je složena i naše Země. Tato hmota je v neustálém vývoji, v neustálém pohybu, ale je nezničitelná, je věčná. Proto i celý vesmír je věčný. Neměl začátek a nebude mít konec.

5260
b-1

Diafilm vyrobil a doprovodnou přednášku vydal Československý státní film - Diafilm - Praha. /Odpovědný redaktor R. Bláha/. Na tuto adresu nám laskavě sdělte svoje zkušenosti a připomínky k práci s tímto diafilmem, kterých použijeme k zlepšení naší práce pro Vás a jež také postoupíme Výzkumnému osvětovému ústavu v Praze.

ČESKOSLOVENSKÝ STÁTNÍ FILM